云 南 植 物 研 究 2000，22（1）：1～26
Acta Botanica Yunnanica

中国植物区系与其它地区区系的联系及其在世界区系中的地位和作用*

汤彦承

（中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放研究实验室，北京 100093）

摘要：基于吴征镒将中国全部种子植物 3 238 个属的分布区划分为 15 个大类型和 34 个变型的基础上，简要地讨论了中国植物区系与其它地区区系的联系，以及它在被子植物起源方面的作用。主要论点如下：（1）与热带亚洲区系的联系。这种联系主要通过第 7 类型（热带亚洲分布）及其 5 个变型来体现的。本文列举了 10 个科，龙脑香科、狭义隐翼科、交让木科、五隔草科、五列木科、肉实树科、心翼果科、八宝树科、兰花蕉科和四数木科，来说明这种联系。其中，狭义的龙脑香科可能起源于冈瓦纳古陆的北部，而五列木科和交让木科可能起源于劳亚古陆南部，这显示我国热带区系成分，由其发生来讲，是不同的。（2）与地中海地区区系的联系。这种联系主要反映于第 12 类型（地中海区、西亚至中亚分布）、第 10－1 类型（地中海、南亚或中亚和东亚间断分布）和第 10－2 类型（地中海区和喜马拉雅间断分布），它们各有不同的历史背景。隶属于 10－1 类型的马甲子属、假繁缕属和雪柳属是联系我国东部森林区，它们是第三纪常绿林的子遗植物。刺参科 Morinaceae 可作为联系我国西南高原植物区系之例，该科可能是提特斯海退却和青藏高原抬升的产物。隶属于第 12 类型的裸果木属、熏倒牛属、琵琶柴属和锁阳属是联系我国西部干旱地区之例，该区是提特斯海退却后变为干旱的结果。（3）与中亚地区区系的联系。这种联系主要通过第 13 类型（中亚分布）来体现的，十字花科的绵果荠属、舟果荠属、小柱荠属、藏荠属、诸葛菜属，伞形科的块茎芹属、西归芹属、簇花芹属，藜科的异子篷属、戈壁藜属、合头草属、小果滨藜属，以及禾本科的固沙草属、沙鞭属，均可作为这种联系之例。作者认为它们是提特斯海退却后的产物，并进一步向三个生境方向发展，即干旱的荒漠、戈壁和沙丘，盐碱化的滩地，以及高海拔地区。（4）与欧洲区系（地中海地区区系除外）的联系。这种联系主要通过第 10 类型（旧世界温带分布）和第 8 类型（北温带分布）来体现的。本文列举重楼属和沙棘属为例来说明这种联系。若考虑前者和东亚－北美间断的延龄草属有亲缘，后者与北美特有的 *Shepherdia* 是近亲，那么把它们联系起来，不难看出中国区系与欧洲区系的联系有一个北温带广布区系的深远背景，换言之，第 10 类型很可能是第 8 类型蜕变而来的。（5）与大洋洲区系联系。这种联系主要通过第 5 类型（热带亚洲至热带大洋洲分布）和第 4 类型（旧世界热带分布）及它们的变型来体现的，本文列举水椰子科、海桑科、苦槛蓝科、刺鳞草科、花柱草科、兰科的假兰亚科和黄叶树科为例。水椰子科和海桑科是红树林植物，苦槛蓝科、刺鳞草科和花柱草科的分布中心在大洋洲，而兰科的假兰亚科和黄叶树科的分布中心在热带亚洲。这些事实说明了，具有不同分布中心的植物，把我国区系和大洋洲区系联系起来。（6）与热带非洲区系的联系。这种联系除通过泛热带、旧世界热带广泛分布的属之外，主要通过第 6 类型（热带亚洲至热带非洲分布）及其变型的属来体现的。本文列举钩枝藤属、地涌金莲属和芒苞草属为例，其中后二属为金沙江河谷特有属，它们分别与主产热带非洲的象腿蕉属和翡若翠科的 *Xerophyta* 近缘，这暗示金沙江河谷区系曾在第三纪以前曾和冈瓦纳古陆区系一度发生过联系。（7）与

* 基金项目：国家自然科学基金资助项目（9390010）
收稿日期：1999－10－25 收稿

热带美洲区系的联系。除通过泛热带分布的属之外，这种联系是以第3类型（热带亚洲与热带美洲间断分布）来体现的，本文列举山柳科和水东哥科为例。另外，东亚亚热带区系与南美智利区系的联系，可以以木通科为例。（8）与北美洲区系的联系。它已成为老生常谈的命题，这里无需再列举更多的东亚和北美间断分布属的实例。作者同意Tiffney和向秋云的意见，这种分布式样并不是一次历史事件造成的，是在不同时间，由不同的事件对不同的属影响的结果。（9）虽然中国植物区系在被子植物起源方面的作用是有争论的，但不可否认在中国植物区系中保留着许多原始被子植物的科，如杜仲科、领春木科、连香树科、水青树科等，以及不少科间和属间的纽带，如木通科联结木本木兰类和草本毛茛类，双参科则介于败酱科和川续断科之间。

关键词：中国被子植物区系；区系间的联系；被子植物起源

中图分类号：Q 948 **文献标识码：**A **文章编号：**0253－2700（2000）01－0001－26

On the Affinities and the Role of the Chinese Flora

TANG Yan－Cheng

（*Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany*，*Institute of Botany*，*The Chinese Academy of Sciences*，Beijing 100093）

Abstract：On the basis of Wu's classification of distribution types of the Chinese seed plants，in which 3238 Chinese seed plant genera are classified into 15 types ad 34 subtypes，this paper discusses briefly the affinities between the Chinese flora and those of other regions of the world as well as the role of the Chinese flora in the origin of angiosperms. The main conclusions are summarized as follows：

（1）The affinity with the flora of tropical Asian region

This affinity is mainly reflected by the seventh type（i.e. the tropical Asian distribution）and its five subtypes in Wu's classification. Ten families，including the Dipterocarpaceae，Crypteroniaceae *s.s.*，Daphniphyllaceae，Pentaphragmataceae，Pentaphyllacaceae，Sarcospermataceae，Cardiopteridaceae，Duabangaceae，Lowiaceae and Tetramelaceae，are enumerated as examples to demonstrate this affinity. Among them，the Dipterocarpaceae *s.s.* might have originated in the northern part of Gondwana while the Pentaphyllaceae ad Daphniphyllaceae in the southern part of Laurasia，indicating that the tropical elements of the Chinese flora might be of different origins.

（2）The affinity with the flora of the Mediterranean region

This affinity is mainly reflected by the twelfth type（i.e. the Mediterranean，west Asian and central Asian distribution）and two subtypes under the tenth type，the 10－1 subtype（the Mediterranean，west Asian（or central Asian）and east Asian disjunction）and the 10－2 subtype（the Mediterranean and Himalayan disjunction）. These ties have different historical background. Three genera，*Paliurus*，*Theligonum* and *Fontanesia*，all belonging to the 10－1 subtype，might be cited as examples which indicate the ties between the flora of the Mediterranean region and that of the eastern forest region of China. These plants are relicts of the Tertiary evergreen forest. The Morinaceae，to mention as an example，reflect the ties between the flora of the Mediteranean region and that of the southwest plateau region of China. This family might be produced after the retreat of the Tethys and the rise of the Qinghai－Xizang（Tibet）Plateau. The ties between the flora of the Mediterranean region and that of the western xeric region of China，which might be established with the drying of the environment caused by the retreat of the Thethys，are reflected by the twelfth

type. Four genera, *Gymnocarpus*, *Biebersteinia*, *Reaumuria* and *Cynomonium*, are taken here as examples of this type.

(3) The affinity with the flora of central Asian region

This affinity is mainly reflected by the thirteenth type (i.e. the central Asian distribution) and its five subtypes. Fifteen genera, including *Lachnoloma*, *Tauscheria*, *Microstigma*, *Hedinia* and *Orychophragmus* in the Brassicaceae, *Krasnovia*, *Seselopsis*, *Soranthus* and *Talassia* in the Apiaceae, *Borsczowia*, *Iljinia*, *Sympegma* and *Microgynoecium* in the Chenopodiaceae, *Orinus* and Psammochloa in the Poaceae, are taken as examples to clarify this affinity. All these plants might be considered as elements produced as a result of the retreat of the Tethys and of their subsequent adaptative radiation to three kinds of ecological niches, i.e. xeric habitat (desert, gobi and sand dune), alkali flat and high-altitude region.

(4) The afinity with the flora of the European region (exluding the Mediterraneaen region)

This affinity is reflected by the tenth type (i.e. Old World temperate distribution) and the eighth type (north temperate distribution) as well. Two genera, *Paris* and *Hippophae*, are taken as examples to expound this affinity. If considering the close relationship between *Paris* and *Trillium*, a genus disjunct in East Asia and North America, and that between *Hippophae* and the North American endemic genus *Spherdia*, we may readily find the profound historical background of a widely distributed north temperate flora behind this affinity. In other words, it is regarded that the tenth type might be derived from the eighth type.

(5) The affinity with the flora of Australasia

This affinity is mainly exhibited by the fifth type (i.e. the tropical Asian and tropical Australasian distribution), the fourth type (Old World tropical distribution) and their subtypes. The Nypaceae, Sonneratiaceae, Myoporaceae, Centrolepidaceae, Stylidiaceae, Orchidaceae subfam. Apostasioideae and Xanthophyllaceae are enumerated to show this affinity. The Nypaceae and Sonneratiaceae are mangrove plants, and the Myoporaceae, Centrolepidaceae and Stylidiaceae are mainly concentrated in Australasia, while the distribution center of both Orchidaceae subfam. Apostasioideae and the Xanthophyllaceae is situated in the tropical Asia. From these facts it can be seen that the Chinese flora is connected with the Australasian flora by families with different distribution centers.

(6) The affinity with the flora of tropical Africa

Besides by the pantropical distribution type and the Old World tropical distribution type, this affinity is mainly demonstrated by the sixth type (i.e. the tropical Asian to tropical African distribution) and its subtypes. Three genera, *Ancistrocladus*, *Musella* and *Acanthochlamys* are referred to as examples to show this affinity. *Musella* and *Acanthochlamys* are both endemic to the valley of the upper reaches of the Yangtze River (Jinsha River) and are most closely related to *Enseta* of the Musaceae and *Xerophyta* of the Velloziaceae respectively, two genera mainly distributed in tropical Africa. This fact suggests the once existent connection between the flora of the Jinsha River valley and that of Gondwana before the Tertiary.

(7) The affinity with the flora of tropical America

Besides by the pantropical type, this affinity is mainly reflected by the third type (tropical Asian and tropical American disjunction). The Clethraceae and Saurauriaceae are chosen as examples to show this affinity. In addition, the Lardizabalaceae is taken as an example to demonstrate the ties between the subtropical flora of east Asia and that of Chile (temperate South America).

(8) The affinity with the flora of North America

This afinity, actually an old topic, has been so well－known that there seems no need to enumerate any East Asia and North America disjuncted genera to show it. The present author agrees with Tiffney and also Xiang that the floristic disjunction between eastern Asia and North America may not be simple, it may have involved multiple historical events at very different geographical times in different genera.

(9) Although the role of the Chinese flora in the origin of angiosperms has been a matter in dispute, undoubtedly there do exist many primitive families of angiosperms in the Chinese flora, such as the Eucommiaceae, Eupteleaceae, Cercidiphyllaceae and Tetracentraceae etc... Many linking groups, which connect different genera or different families, also occur in the Chinese flora. The Lardizabalaceae, for example, connect the woody magnoliids and herbaceous ranunculiids, and the Triplostegiaceae connect the Valerianaceae and the Dipsacaceae.

Key words: The Chinese flora of angiosperms; Floristic affinity; The origin of angiosperms

1 与其它地区区系的联系

吴征镒（1965，1983与王荷生，1991）以地理成分和发生成分相结合的方法，将我国全部种子植物3 116个属归为15个大类和31个变型（最近划分则已达3 238属，归15型和34变型），不但为讨论我国种子植物区系的来源和区划打下一个坚实的基础，特别在划分一些变型时，还以连续和间断相统一的辩证思想为指导，揭示了我国和不少隔离地区在区系上的联系。惜这些讨论多散见于各类型之下，往往不被一些读者所觉察，现集中并概而述之。

1.1 与欧亚大陆内的一些地区的联系

1.1.1 与热带亚洲的联系　吴征镒（1989）将我国台湾、海南、云南与中南半岛接壤地区以及喜马拉雅南部地区均隶属于世界植物区系区中的古热带植物区、马来亚植物亚区。那么中国植物区系中有马来亚植物区系成分以及和热带亚洲区系有密切联系是不言而喻的。这种联系主要是通过第7类型（热带亚洲分布）及其5个变型来体现的，现略举几例，以示这些热带亚洲分布为主的科或亚科在我国的北界，由于它们可能起源于冈瓦纳古陆北部或劳亚古陆的南端，也暗示我国区系中热带成分的复杂性。

（1）龙脑香科 Dipterocarpaceae　原是一个热带亚洲分布的科，近年在圭亚那发现一个单种属 *Pakaraimaea*，独立成一新亚科 Pakaraimoideae，以致成为一个泛热带的科。另外还有二亚科，它们的分布也颇耐人寻味。Monotoideae 亚科仅2属，局限分布于非洲和马达加斯加岛。但最近的系统专著则多将以上二亚科归于可能是 Dipterocarpaceae 主干的 Tiliaceae 中或独立成科 Monotaceae（Takhtajan，1997）。最大的另一亚科 Dipterocarpoideae 主要分布于热带亚洲，向西可延伸至塞舌耳群岛，东至菲律宾，北达我国云南、广西，南迄新几内亚岛，但决不延伸至澳大利亚。它含13属，约470～700种，我国仅有下列4（－5）属。龙脑香属 *Dipterocarpus* 约70种，我国出现3种，一种栽培，*D. gracilis* Bl.，*D. retusus* Bl. 和 *D. turbinatus* Gaertn.（栽培），产云南的南部、西南部和东南部，生潮湿密林中，前2种一直可分布至印度尼西亚，后一种与印度和中南半岛共有。坡垒属 *Hopea*，约102种，我国有5种，*H. chinensis* Hand.－Mazz.，*H. exalata* W. T. Lin，*H. hainanensis* Merr. et Chun.，*H. jianshu* Y. K. Yang 和 *H. mollissima* C. Y. Wu，

分布于广东的防城、海南、云南东南部和广西西南部，多生常绿林中，其中除第 3 种与越南共有者外，其余均为我国特产。娑罗双属 *Shorea*，达 357 种，我国仅 *Shorea assamica* 从印度东北部分布到云南西南部，另 1 种望天树，特产我国云南的屏边、勐腊，广西的巴马、龙州和那坡，但是否是 *Shorea* 或 *Parashorea* 尚有争议，龙脑香科权威 Ashton 见到此种，仍认为是 *Parashorea*。青梅 *Vatica* 约 65～70 种，从西马来西亚地区到印度南部及斯里兰卡，我国出现 2～3 种，在海南、广西和云南。从以上简述，足见我国分享以热带亚洲森林树种称著的 Dipterocarpoideae 植物，无论从属和种的比例都是极小的，其北界仅达盈江－巴马一线，北纬约 25°，但在西喜马拉雅达 30°。据 Bande & Prakash（1986）总结以往研究，发现印度以东、我国大陆以南、澳大利亚以北广大地区的早第三纪，已存在有 *Dipterocarpus* 和 *Hopea* 化石，但在印度的早第三系地层中并未发现有本科的任何化石。到晚第三纪，印度才和上述地区一样有了本科的化石。这种事实使 Lakhanpal（1974，转引自 Bande & Prakash，1986）推测印度本土的 Dipterocarpoideae 植物，是在晚第三纪印度板块和亚洲板块相连之后，由东南亚扩散过去的。有趣的是，在东非的肯尼亚和埃塞俄比亚所发现晚第三纪的木材化石，其特点显然不同于非洲产的 Monotoideae（即 Monotaceae）亚科种类，却和亚洲产的 Dipterocarpoideae 亚科种类相同。由于亚洲西南部和非洲东北部缺乏化石资料，因此无法推断本亚科的热带亚洲成分和非洲成分交流的情况，致使 Ashton（1982）得出较稳妥的结论，说 Dipterocarpoideae 在较早的时候也存在于中冈瓦纳古陆的东北部。依据现在分布格局，并印证于化石资料，推断本科起源于冈瓦纳古陆大概是可能的。但吴征镒却认为本科的原始类群如 Shoreae 的 3 属和进化类群 2 属均集中分布于这一狭窄的过渡带上，却正说明本科的分布中心可能和起源中心相吻合而是加里曼丹岛一带，于第二次泛大陆分裂，在印度板块向西北俯冲劳亚古陆之前产生于东劳亚，而在喜马拉雅造山运动中向西分布到西喜马拉雅在印度洋中向西分布到塞舌耳群岛，却不见于东非和马达加斯加岛。在后一和印度板块同时分离的板块上却有同时从椴科主干上进化的 Sarcolaenaceae 作为替代优势科出现。

（2）狭义隐翼科 Crypteroniaceae *s. s.*　是热带亚洲特有科，包含 3 属、9 种，只有隐翼属 *Crypteronia* 在我国有分布。该属有 4 种，除隐翼 *C. paniculata* Bl. 广布于热带东南亚外，向北还可延伸至我国云南的南部和东南部，其它 3 种分布均较局限，分别成为马来半岛、菲律宾、加里曼丹岛、新几内亚岛各地的特有种。其它 2 属，*Dactylocladus* 为单种属，特产加里曼丹岛。*Axinandra* 也仅有 3 种，分布局限，为斯里兰卡（1 种）、马来半岛或加里曼丹岛的特有属（Beusekom－Osinga，1977）。这 3 个分布局限的单种属和寡种属，而且还要分别隶属于 2 个族（Beusekom－Osinga & Beusekom，1975），表明它们在系统位置上也相当孤立。若根据后二作者（1975）的概念，本科还应包括热带南美的单种属 *Alzatea*（独立成 Alzateoideae 亚科，Alzateae 族或 Alzateaceae（Takhtajan，1997）），和热带南非的单种属 *Rhynchocalyx*（独立成 Alzateoideae 亚科，Rhynchocalyceae 或族 Rhynchocalycaceae（依 Takhtajan，1997），那么广义的隐翼科便成泛热带分布的科，这也表明热带亚洲区系与泛热带区系的深远关系。根据科内系统的分化和分布的间断，广义的隐翼科是一个古老的科，推断它可能起源在东冈瓦纳古陆热带。南非和南美的单种科或二种科可能是本科在冈瓦纳古陆分开后残留下来的进化盲枝。诚然，另一种可能也是可以理解的，即 Crypteroniaceae 的进化主干本身却是第二 Pangaea 中进一步在西马来西亚地区分

化的，但这却与其他类似的不少目、科处于相反情况。

（3）交让木科 Daphniphyllaceae 是一个单属科。交让木属 *Daphniphyllum* 主要分布在热带亚洲，少数种类交让木 *D. macropodum* Miq. 和虎皮楠 *O. oldhami*（Hemsl.）Rosenth. 可延伸至我国长江以南，甚至达日本、朝鲜和俄属远东部分，而据 Mabberley 则南可达热带澳大利亚。根据黄增泉（Huang，1965）研究，本属分为3组，sect. Lunata，sect. Daphniphyllum（= sect. Calycifera）和 sect. Staminodia。由于黄增泉采取"合并"观点，将一些多类型类群，诸如 *D. majus* Muell. - Arg.，*D. glaucescens* Bl. 和 *D. himalense*（Benth）Muell. - Arg 等，各自扩大成为一个复合种，因此本属只含9种。闵天禄（1980）在编写中国植物志时，并未采取他的观点，认为本属约有30种，我国就有10种。在这10种中，有6种为我国特有种；2种与越南共有；其它2种交让木和虎皮楠，都分布于我国长江以南，并扩展至日本、朝鲜和俄属远东部分。黄增泉见到我国西南地区，特别在云南，非但有3个组的各自代表，并且还有原始组 sect. Lunata 中最原始类群和进化组 sect. Staminodia 中最进化的类群，因此得出我国西南地区是本科的起源中心的结论。若印证于古植物学资料，情况就并非如此简单，在欧洲中部上新世就有化石存在（Mai，1989），Mai 也以此化石的发现，说明欧洲早第三纪存在着常绿阔叶林带。这一事实充分说明，我们不能单以现代分布中心来推断起源中心，另一方面也反映热带亚洲区系与欧洲温带区系的深远联系。看来，本科的起源在劳亚古陆的南部是无疑的，因为非洲和南美洲都不见踪迹。欧洲中部到上新世的区系在没有第四纪冰川冰盖的摧残下，它的区系和东亚、东南亚区系本是一体的，并同属劳亚古陆南部，有 Daphniphyllaceae 存在和有 Lauraceae - Laureae 存在属同样情况，但若从本单属科现代分布在东部可以东北达俄属远东，而南部则可达热带澳大利亚，与草本的 *Glycine* 等如出一辙，则它必起源于劳亚古陆东南部，在太平洋扩张过程中得到发展，似乎更近于事实。

（4）五隔草科 Pentaphragmataceae 是一个典型热带亚洲的单属科，其系统位置相当孤立，因此不同作者依据不同性状认为其与 Campanulaceae，Begoniaceae，Gesneriaceae 和 Rubiaceae 有亲缘。自 Airy Shaw（1942）主张独立成科后，现在有不少系统学家同意这一观点。五隔草属 *Pentaphragma* 为多年生草本，约含25～30种，主产马来西亚地区（本文所指马来西亚地区 即 van Steenis 所主编的马来西亚植物志所含盖的地区，非国家名称），向北可延伸至我国滇、粤、桂和缅甸至越南，但其南界见于大巽他群岛。在马来西亚地区常见于沼泽雨林下，生溪边岩上，海拔可高达4 000 m（Airy Shaw，1954）。我国仅有2种，五隔草 *P. sinense* Hemsl. et Wilson 分布于云南东南部和越南北部，另一直序五隔草 *P. spicatum* Merr. 为我国特有，产广西南部、广东信宜和海南。它们生山谷密林下的沟边潮湿处。本科无疑是马来西亚地区起源的，而且处于 Campanulales 中没有很特化的位置，尽管花序、花粉、果实和种皮都有些衍生特征。Takhtajan（1997）还认为本科在桔梗目中相当孤立，并最近于该目的古代主干。但 Airy - Shaw 在将本类群提升为科时，即认为解剖学特征和偏斜的叶近于秋海棠科而和桔梗目的连系很可疑。Mabberley（1997）则认为花粉类型与桔梗科不同，且缺少该科呈现花粉的机制。故系统位置还得研究。

（5）五列木科 Pentaphylacaceae 也是一个典型热带亚洲的单属科。但和五隔草科不同，是一个单种科。五列木属 *Pentaphyllax* 虽然曾被描述含几个种，但经 van Steenis（1955）研究，确认只含一个种，即五列木 *P. euryoides* Gardn. et Champ，北起我国南岭至滇东

南一线，经中南半岛至苏门答腊岛，没有到达东部马来西亚地区。在欧洲中部晚白垩世已有本科的化石（Mai，1989），以非洲南北美尚不见踪迹，因此作者认为它起源于劳亚古陆的东南端是有可能的。

（6）肉实树科 Sarcospermataceae 是间断分布于东南亚北部和马来西亚地区的一个单属科（Lam & Varossieau，1938；Lam & Royen，1952），肉实树属 *Sarcosperma* 现知有 8 种，我国有 4 种，*S. arboreum* Hook. f.，*S. griffithii* Hook. f.，*S. kachinense*（King et Prain）Exell 和 *S. laurinum*（Benth.）Hook. f. 均与中南半岛共有，但不延伸至马来西亚地区。后一地区仅 2 种，*S. paniculatum*（King）Stapf et King 孤立而稀少地分散于马来半岛、苏门答腊岛、加里曼丹岛、苏拉威西岛、马鲁古群岛、新几内亚岛和菲律宾，*S. uittienii* H. J. Lam. 为苏门答腊岛特产。这种寡型科、属，其分布区非但间断分布于 2 个区系，即使在马来西亚地区的 2 个种，又呈稀少、分散的分布格局，无不指示该科的古老性。浙江是本科在我国的北界。虽然没有化石证据，但认为本科起源于东亚、东南亚是较为合理的。

（7）心翼果科 Cardiopteridaceae 虽不是一个典型的热带亚洲单属科，最南分布到澳大利亚东部昆斯兰，但心翼果属 *Cardiopteris* 含 2～3 种，我国有 *C. quiqueloba*（Hassk.）Hassk. 和 *C. platycarpa* Gagnep.，前者间断分布于印度东北部、孟加拉国、中南半岛和西马来西亚地区，向北延伸至我国云南南部、广西西部和海南，后者分布于云南南部、广西西部和越南北部。此种或分化为二（一即 *C. moluccana* Bl. 在东马来西区地区）。由于华西南至越南北方兼有 2 种，其分布中心可能和起源中心是吻合的。

（8）八宝树科 Duabangaceae 是近年 Takhtajan 刚从海桑科 Sonneratiaceae 分出的单属科，八宝树属 *Duabanga* 虽只有 2 种，但它们的分布区接近而不重叠。八宝树 *D. grandiflora*（Roxb. ex DC.）Walp. 主产东南亚地区，西可延伸至锡金和阿萨姆，北达我国滇南和滇东南、广西西部和福建东南部。另一种 *D. moluccana* Bl. 产马来西亚地区，但不见于苏门答腊岛，是构成热带常绿林的常见树种（Baker & van Steenis，1951；Takhtajan，1997）。这一进化分枝起源于东南亚似乎是合理的，尽管它和千屈菜科相近。它一属二种的分布情况，大致和下文四数木科相近。

（9）兰花蕉科 Lowiaceae 是主要分布于热带东南亚的一个单属科，兰花蕉属 *Orchidantha* 虽只有 7～9 种，但每种的分布都很局限。我国有 2 种，兰花蕉 *O. chinensis* T. L. Wu 产广西上思，广东信宜、阳春；海南兰花蕉 *O. insularis* T. L. Wu 特产海南保亭。其它 5～7 种分布于东南亚，仅 1 种产加里曼丹岛（吴德邻，1964；Holttum，1970）。Takhtajan（1995，1997）记录太平洋的一些岛屿也有分布。其起源于热带东南亚应是合理的。

（10）四数木科 Tetramelaceae 是一个广泛分布于热带亚洲的科，但也分布到热带澳大利亚，含 2 属，都是单种属。四数木属 *Tetrameles* 的四数木 *T. nudiflora* R. Br.，分布西起印度西南部、斯里兰卡，经安达曼岛、东南亚至新几内亚岛，但不见于菲律宾、马鲁古群岛和加里曼丹岛，成一间断分布格局，向北可延伸至我国云南西双版纳和金平一带，向南至热带澳大利亚。*Octomeles* 属的 *O. sumatranum* Miq.，分布于马来西亚地区，但不见于马来半岛和爪哇岛。本科的分布中心虽在热带亚洲，但前者局限于多少具有一个干旱季节的地区，主要生落叶林中，后者分布于常年湿润的地区，生雨林中。由于二者不同

的生态适应，形成现在的分布格局（van Steenis，1953）。它和 Datiscaceae 虽为近缘，但后者属于古地中海和 Madrean 区系成分，起源时间或早于本科。

综合上述 10 科（其中 1 或为亚科）的分析，我们可得出下列初步结论：1）虽然我们选择的类群均以热带亚洲为主，其南界一般不延伸至澳大利亚。但其北界，有些类群如：Dipterocarpaceae *s.s.*（subfam. Dipterocarpoideae），Tetramelaceae，Cardiopteridaceae，Pentaphragmataceae，Crypteroniaceae，Duabangaceae，Lowiaceae 可延伸至我国热带或南亚热带地区，而有些类群如 Daphniphyllaceae，Pentaphylacaceae，Sarcospermataceae 则可延伸至我国中亚热带地区，甚至这种联系想必有反映其历史关系，如 Pentaphylacaceae 可能起源于劳亚古陆的南部。也有反映一些植物本身生态适应的关系（现代关系），如 Tetramelaceae 的 2 个属的分布就是一个明证。我国热带地区仅仅只有该科的 *Tetrameles*，而没有生长于终年无旱季的 *Octomeles* 属，据 Vidal（1979）分析，*Tetrameles nudiflora* 是适应于有干旱季节的次生林树种。Dipterocarpaceae *s.s.*（subfam. Diperocarpoideae）的情况可能更为复杂，就其起源地而论，据 Ashton（1979）研究，印度、斯里兰卡和塞舌耳群岛地区具有高度种级以上分类群的特有性，因此推断该地区可能是这一亚科的摇篮，而 Bande & Prakash（1986）根据化石资料，认为印度的本亚科植物是由东南亚扩散过去的（吴征镒认为此论较符合实际）。我国虽有 *Dipterocarpus*，*Hopea*，*Shorea*，*Parashaea* 和 *Vatiea* 四至五属植物，但其不同种类在热带亚洲也有不同的生态适应，有的成为热带雨林主要树种，有的成为季节性常绿林、甚至是落叶林的主要树种（Vidal，1979）。上述 12 个属，按其整体来讲，均属热带成分，但其所包含的各个种，未必都是热带成分，如交让木属的交让木和虎皮楠可延伸至日本、朝鲜乃至北纬 46°。因此，若以属的分布类型性质来评估某一较小地区区系的地带性的性质时，如应用不当，可能会导致错误结论。2）上述 10 科中，有些是仅就其狭义的范围来讨论的，如狭义的隐翼科就是一例，若就其广义的隐翼科，则成为泛热带科。同样，狭义龙脑香科可能是泛热带广义龙脑香科的 3 个亚科之一，尽管是主干部分。不难看出，我国热带区系成分与泛热带区系成分有着深远渊源。3）若考虑一些化石资料，虽然它们极不充分，但 Dipterocarpaceae *s.s.*（subfam. Dipterocarpoideae）不排除可能起源于冈瓦纳古陆北部，而 Pentaphylacaceae 和 Daphniphyllaceae 则可能起源于劳亚古陆的南部偏东，可见我国热带区系的发生成分也是不同的。

1.1.2 **与地中海区系的联系** 在未分析具体类群之前，似乎有必要对现在地中海区系的演变有一个概括的了解。Mai（1989）根据大化石资料的研究，认为现在地中海地区生长着的 *Cupressus*，*Nerium*，*Olea*，*Pinus pinaster* 类群、*Punica*，*Pyracantha*，*Tetraclinis* 等是欧洲中部始新世常绿阔叶林（或照叶林 Laurophyll vegetation）植被的成员。而 *Ceratonia*，*Cercis*，*Phillyrea*，*Pistacia*，*Quercus ilex* 类群等，则是渐新世中生混交林（或常绿落叶阔叶混交林 mixed mesophytic forest）植被的成员。常绿阔叶林在 Lower Sarmatian 时期（距今 1350 万年前）以后逐渐开始旱化，随后便成为经常的事，但要演变成现代地中海区系，是在副提特斯海剧烈缩小和提特斯海完全解体之后，到 Messinian 时期（距今 600～650 万年前）才达到高潮。所以 Mai 认为现在代表真正地中海区系的中生旱性硬叶林（mesoxerophytic sclerophyll forest）是一个年青区系，它的建立完全是在常绿阔叶消失之后，这个结论可以有不少地中海地区全新世间冰期的古植物群所证实。Suc

(1984)根据采自现在地中海西北地区（热那亚湾、亚得里亚海、意大利南部）化石花粉的研究，认为在晚上新世的 Piacenzian 时期（距今约 320 万年以前），该区的气候，干、湿两季的变化已显得十分明显，这无疑促使植物向现今地中海区系转变，到距今 230 万年以前，夏季无雨，冬季多雨，则成为干旱的地中海气候特征，植物也随之成为现代地中海区系。我们有了这样一个地中海区系演变的粗浅的了解，就可推断我国区系中哪些类群与地中海区系的联系有较早的历史背景，哪些类群的联系则是晚近的事。

我国区系与地中海区系的联系主要通过第 12 类型（地中海区、西亚至中亚）、第 10－1 类型（地中海、西亚和东亚间断）和第 10－2 类型（地中海区和喜马拉雅间断）的属来体现。其中像马甲子属 *Paliurus* 很能反映提特斯海演变及其现代区系和我国温带和亚热带区系的联系。马甲子属虽只有 5 种，但间断分布于南欧、北非、西亚和东亚二个地区。前一地区只有滨枣 *P. spina－christii* Miller 一种，系落叶灌木，在地中海地区常形成难以穿越的灌丛。后一地区有 4 种，除 1 种落叶外，其余 3 种均为常绿乔木或灌木(Schirarend & Olabi，1994)。这 4 种我国均有，铜钱树 *P. hemsleyanus* Rehd. ex Schirarend et Olabi 为我国特产，华南、华东、华中、西南、陕甘地区广布；硬毛马甲子 *P. hirsutus* Hemsl. 分布于我国华东、华中、华南，可延伸至越南北部；短柄铜钱树 *P. orientalis*（Franch.）Hemsl. 特产我国滇、川（西南）；马甲子 *P. ramosissimus*（Lour.）Poiret 是这 4 种中的唯一的落叶种，分布最广，除我国台湾、华东、华中、华南、西南外，日本、朝鲜、越南北部也有。在法国、德国、波兰、罗马尼亚、保加利亚、乌克兰及中亚的哈萨克斯坦普遍发现在中新世有本属的化石(Palamrev，1989)，在我国辽宁始新世，山东、云南中新世也有发现(《中国新生代植物》编写组，1978)，日本从始新世到上新世也有（Tanai，1972)，甚至在北美从古新世到中新世都有记录（La Motte，1952；Taylor，1990)。根据现在分布格局和化石资料，我们完全可以推断本属植物在早第三纪普遍存在于北半球的常绿阔叶林中，在北美和欧洲中部及中亚地区自中新世之后逐渐灭绝，残存在地中海地区者，随着气候改变蜕化成刺灌丛成员，而东亚的孑遗者大多数还保留常绿习性，仅 1 种 *P. ramosissimus*（Lour.）Poiret 蜕变为落叶小乔木或灌木，生长于常绿或常绿、落叶阔叶混交林或灌丛中。和 *Paliurus* 相似的典型例子，像草本植物的假繁缕属 *Theligonum*（隶单属科，假繁缕科 Theligonaceae)，全属含 4 种，1 种产欧洲地中海地区，另 3 种产东亚，我国都有。*T. macranthum* Franch. 特产四川汶川、湖北神农架，*T. formosanum*（Ohwi）Ohwi et Liu 产台湾屏东，另 *T. japonicum* Okubo et Makino，产我国安徽黄山、浙江昌化、天台，以及日本的本州、四国、九州，它们都生于林下沟谷阴湿处。本属虽无化石资料，根据现今的间断和孤立的分布格局，推测它显系提特斯海沿岸林下植物，原第三纪孑遗，极近茜草科（尤近茜草亚科）(Wunderlich 1971 等，Thorne 甚至并入该科)，它的起源可能是比较早的，但风媒花具多束雄蕊，心皮仅 1 子房室，上位显较 Rubioideae 原始。以上 2 例均属第 10－1 类型。与之相似的还有 *Fontanesia*(Oleaceae）等。

属于第 10－2 类型者，以刺参科 Morinaceae 分布格局与提特斯海的退缩和喜马拉雅山的抬升的关系十分明显（汤彦承和李良千，1996)，该科含 2（－3）属。刺续断属 *Morina* 有 4 种，其分布西起巴尔干半岛，东至东喜马拉雅，似成一系列替代现象。*M. persica* L. 分布自巴尔干半岛经土耳其、伊朗至喜马拉雅；*M. longifolia* Wall. ex DC. 分

布自西喜马拉雅至东喜马拉雅，我国西藏吉隆也有；*M. coulteriana* Royle 只局限于西喜马拉雅；*M. kokanica* Regel 为西天山西南部特产。刺参属 *Acanthocalyx* 有 3 种，其分布西起印度西北部，经尼泊尔、不丹、我国西藏东南部至滇、川、青至甘肃洮河流域，为中国－喜马拉雅特有属。*A. nepalensis*（D. Don）M. Cannon，*A. alba*（Hand. －Mazz.）M. Cannon 和 *A. delavayi*（Franch.）M. Cannan，分别在我国西南地区、青海南部和甘肃洮河流域都有分布。蓟叶参属 *Cryptothladia* 有 6 种，*C. parviflora*（Karelin et Kir.）M. Cannon 分布于哈萨克斯坦和我国新疆（绥定、伊宁、喀什），*C. polyphylla*（Wall. ex DC.）M. Cannon 分布于不丹、印度东北部和我国西藏错那，*C. kokonorica*（Hao）M. Cannon 分布于西藏南部、青海东部和南部、四川西部，*C. chlorantha*（Diels）M. Cannon 分布于四川西部至云南西北部，*C. chinensis*（Pai）M. Cannon 分布于西藏东部、青海东部和东南部、四川西部和甘肃南部。从整体看，本属的分布几乎环绕青藏高原四周，显然和青藏高原隆起有关。本科虽无化石资料，但其近缘并以地中海为分布中心的续断科 Dipsacaceae，在西班牙中新世、法国中新世晚期、匈牙利上新世和奥地利晚第三纪都发现有它的化石花粉（Muller，1981）。因此，我们推断 Morinaceae 和 Dipsacaceae 的分化时间仅稍早于中新世的一个时期，就在这个时期提特斯海演变成副提特斯海（Paratethys）和前地中海（Proto－Mediterranean 或 Mesogean）2 个部分（Roegel & Steininger，1984 转引自 McKenzie，1991），海水部分减少和陆地增多。随后，加之喜马拉雅运动加剧，使有一类起源于提特斯海地区的植物，向高原化和旱化方向发展，Morinaceae 可能就是一例，若 *Acanthocalyx* 以高原化（寒化）为主，而 *Cryptothladia* 则显得以旱化为主，*C. kokonorica*（Hao）M. Cannon 的旱化特征是十分明显的。

属于第 12 类型的例证，现仅以下列一些属为例，如：裸果木属 *Gymnocarpos*（隶 Illecebraceae，该科约 20（23～29）属、200～300 种，多分布于地中海地区和温带的干旱地区）有 2 种，1 种 *G. decander* 产加那利群岛、北非、西亚至巴基斯坦和阿富汗，生沙漠中；另 1 种裸果木 *G. przewalskii* Maxim.，产我国新疆塔里木盆地周边、甘肃河西走廊、宁夏、内蒙古巴丹吉林、腾格里和毛乌苏沙漠周边，蒙古也有，多生石质戈壁和石质干山坡。熏倒牛属 *Biebersteinia*（隶单属科 Biebersteiniaceae）仅 4 种，分布西起希腊，经西亚、中亚至我国甘青地区。*B. orphanidis* Boiss. 产地中海东部（希腊，已绝灭?）；*B. multifida* DC. 自高加索，经西亚和中亚，至我国南天山，多生高山荒漠、石质山坡和草甸；*B. odora* Steph. ex Fisch. 产中亚至西西伯利亚，我国西藏（札达、革吉）、新疆（博乐、温泉）也有；熏倒牛 *B. heterostemon* Maxim. 特产我国新疆东北部、青海东部和东南部、甘肃西南部，多生灌丛、山坡草地和草原。琵琶柴 *Reaumuria s.l.*（包括 *Hololachna* 红砂）属（隶以盐生和旱生为主的柽柳科）约 11 种，为盐生植物，分布从地中海东部、经中亚至我国内蒙古一带，我国有 3 种。琵琶柴（红砂）*R. soongorica*（Pall.）Maxim. 产我国新疆、青海、甘肃、宁夏、内蒙古、东北西部，在中亚地区和蒙古也有。黄花琵琶柴 *R. trigyna* Maxim. 特产我国内蒙古（巴彦淖尔盟、鄂尔多斯、阿拉善）、宁夏、甘肃北部。五柱琵琶柴 *R. kaschgarica* Rupr. 分布我国新疆、内蒙古、青海、西藏，在中亚地区也有。这些植物多生于干旱荒漠或盐生荒漠。还值得注意的是锁阳属 *Cynomorium*（隶单属科，锁阳科 Cynomoriaceae），含 2 种 或 1 种 2 亚种，*C. coccineum* L. 分布于地中海地区至西亚，锁阳 *C. songaricum* Rupr.（或作 *C. coccineum* L. subsp.

songaricum（Rupr.）J. Leonard）产乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦、蒙古及我国新疆北部、青海柴达木盆地、甘肃西北部、宁夏北部、内蒙古乌兰察布盟以西地区，直至华北（天津海岸砂地），多生于白刺植物生长的沙丘和盐碱地上。本属植物为一寄生植物，在地中海地区还可寄生于 *Cistus*，*Frankenia*，*Halimione*，*Inula*，*Medicago*，*Melilotus*，*Myrtus*，*Obione*，*Pholiurus*，*Pistacia*，*Salsola*，*Statice*，*Tamarix* 等植物，而亚种尤其在我国多寄生于白刺（Leonard，1986，Hansen，1986）。

从上述 3 种类型、9 个属的分析，我们可清楚地看到地中海区系和我国不同区系的联系有着不同的历史背景。像 *Paliurus* 和 *Theligonum* 是联系我国东部森林区系，它们都是第三纪常绿林和林下的孑遗植物。Morinaceae 是联系我国高原植物区系，它们可能是提特斯海退缩和喜马拉雅及青藏高原抬升后的产物。*Gymnocarpos*，*Biebersteinia*，*Reaumuria*，*Cynomorium* 则是联系我国西部干旱的荒漠区系，显系发生在地中海区系进一步旱化之后。

1.1.3　与中亚区系的联系　关于中亚（中央亚细亚）地区的概念和范围，一些学者很不一致，这里遵循吴征镒、王荷生（1983）所指的，乃是亚洲内陆整个干旱中心地区，包括前苏联中亚部分（即中亚西部），以及我国新疆至内蒙古西部和蒙古南部（即中亚东部）。这样一个范围大致相当于 Grubov（1963）的古地中海区、亚洲中部亚区和 Takhtajan（1986）的伊朗–吐兰区的中亚亚区（但均不包括青藏高原），无论吴征镒、王荷生，Grubov 和 Takhtajan 都将我国西部的干旱荒漠视为中亚地区的一部分，因此这些地区和中亚区系有密切联系是不足为奇的。我们在上一节分析与地中海区系的联系时，不难看到许多属都是经过西亚、中亚而到达我国境内的，虽然吴征镒（1965，与王荷生，1983）只将见于中亚而不见于西亚及地中海周围的属才划入第 13 类型（中亚分布），所以严格的中亚成分是比较少的，我们认为中亚成分大多数是地中海区–西亚–中亚成分在中亚地区经过强烈旱化后的衍生物，暗示我国荒漠区系与地中海区系有着深远的渊源。第 13 类型及其 5 个变型在中国现有共 139 属，主要分隶于 6 个科（菊科 25 属、伞形科 25 属、十字花科 24 属、唇形科 13 属、藜科 12 属、禾本科 7 属）。

（1）十字花科的绵果荠属 *Lachnoloma* 系单种属，绵果荠 *L. lehmannii* Bunge 产我国新疆以及哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦和土库曼斯坦至伊朗东北部，生沙质荒漠和砾石戈壁。舟果荠属 *Tauscheria* 为单种（至 2 种）属，舟果荠 *T. lasiocarpa* Fisch. ex DC. 产我国新疆和西藏西南部，以及巴基斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、西西伯利亚至蒙古地区，多生荒漠草原、砾石戈壁和河岸。小柱荠属 *Microstigma* 有 4 种，主产中亚地区，我国有小柱荠 *M. brachycarpum* Botsch.1 种，产甘肃（兰州、永昌、临泽）、内蒙古（阿拉善右旗）以及西伯利亚西部（本属近亦有人主张归入古地中海的紫罗兰 *Matthiola* 属的）。以上 3 属均为典型的中亚属，但有些属可延伸至喜马拉雅乃至我国西南地区，如藏荠属 *Hedinia* 的藏荠 *H. tibetica*（Thoms.）Ostenf.，分布自哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、经喜马拉雅至我国四川西北部（德格、石渠、色达），多生高山草地、碎石山坡，海拔 3 200～5 300 m。更值得一提的是诸葛菜属 *Orychophragmus*，若采用广义的概念，共 2 种，1 种产中亚地区 *O. winkleri* O. E. Schulz（也有独立成属的，称 *Sprygipia winkleri* M. Pop.），另一种诸葛菜 *O. violaceus*（L.）O. E. Schulz 产我国东北、华北、华中和华东地区，是北京早春最早开花的草本植物之一，暗示它还保持着中亚早春短命植物的习性。

（2）伞形科的块茎芹属 *Krasnovia* 系单种属，块茎芹 *K. longiloba*（Kar. et Kin.）M. Pop. 产我国新疆和哈萨克斯坦，生砾石草坡或灌丛中。西归芹属 *Seselopsis* 亦系单种属，西归芹 *S. tianschanicum* Schischk. 产我国新疆和哈萨克斯坦，多生海拔 1 500～2 500 m，灌丛和草坡。簇花芹属 *Soranthus* 系单种属，簇花芹 *S. meyeri* Ledeb. 多生沙漠地区，为我国新疆、哈萨克斯坦和西伯利亚西部共有（Pimenov & Leonov（1995）归入 *Ferula s.l.*）。伊犁芹属 *Talassia* 有 2 种，伊犁芹 *T. transiliensis*（Herd.）Korov. 产我国新疆（乌恰、昭苏）和哈萨克斯坦，生 2 100～2 800 m 石质山坡；另一种特产哈萨克斯坦（Pimenov & Leonov，1995 归入 *Ferula s.l.*）。

（3）藜科的异子蓬属 *Borzczowia* 系单种属，异子蓬 *B. aralocaspica* Bunge 产我国新疆以及哈萨克斯坦和乌兹别克斯坦，生强盐碱化的沙质土及戈壁。戈壁藜属 *Iljinia* 也是单种属，戈壁藜 *I. regelii*（Bunge）Korov. 产我国新疆、甘肃西部以及蒙古和哈萨克斯坦，生砾石戈壁、洪积扇、沙丘及干燥山坡。合头草属 *Sympegma* 仅 1 种，合头草 *S. regelii* Bunge 分布我国新疆、青海柴达木盆地、甘肃西北部、宁夏以及哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦和蒙古，生轻盐碱化荒漠、干山坡。小果滨藜属 *Microgynoecium* 亦单种，*M. tibeticum* Hook. f. 分布我国甘肃、青海、西藏以及西天山地区，生海拔 4 000 m 以上高山地带。

（4）禾本科的固沙草属 *Orinus* 有 3 种，除固沙草 *O. thoroldii*（Stapf）Bor 为我国西藏（拉萨以西）和克什米尔地区共有外，其它 2 种，*O. kokonorica*（Hao）Keng 和 *O. anomala* Keng ex Keng f. 均为我国川西、青海东部及甘肃特产，生海拔 2 300～5 200 m 砾石草滩。沙鞭属 *Psammochloa* 系单种属，沙鞭 *P. villosa*（Trin.）Bor 分布我国陕西（榆林地区）、内蒙古、甘肃（河西走廊）、宁夏西部、青海（都兰、诺木洪）和蒙古，生沙丘和砾石滩地。

若中亚成分多数是古地中海区成分进一步蜕变的衍生物，则从上述各属的分析，明显可见向 3 个方向发展，有的进一步旱化而多生于干旱的荒漠、砾石戈壁和沙丘，另一些向适应于盐碱化的滩地，可能少数如小果滨藜、藏荠等，则向高海拔发展。最后，在结束这一段之际，我们不能不提及蒙新砾质荒漠中唯一木本常绿的孑遗植物沙冬青属 *Ammopiptanthus* Cheng f. 本属仅 2 种，*A. mongolicus*（Maxim.）Cheng f. 产我国甘肃民勤、内蒙古西部、宁夏北部（六盘山松林中）以及蒙古，*A. nanus*（M. Pop.）Cheng f. 我国产新疆乌恰以及哈萨克斯坦。它既和喜马拉雅地区的 *Piptanthus* 属接近，又和地中海地区和西亚分布的 *Anagyris* 近缘，这 3 个属是 Thermopsideae 族中唯一的 3 个木本属（Turner，1981），则无疑为我国蒙新荒漠与第三纪提特斯区系有着深远渊源提供有力的佐证。

1.1.4. **与欧洲（地中海地区除外）的联系** 与欧洲（地中海地区除外）的联系，主要通过第 10 类型（旧世界温带分布）和第 8 类型（北温带分布）的属来体现。前一类中有许多属，其近代分布中心在地中海、西亚或中亚（吴征镒和王荷生，1983），而后一类是广泛分布于欧、亚和北美洲温带的属，因此只见于我国和欧洲中、高纬度分布的属并不很多。现仅举 2 属为例。

（1）重楼属 *Paris* 含 19（－24）种（李恒主编，1998），隶于 2 个亚属（李恒，1998，1984，1986）。中轴亚属 subgen. *Paris*，它的子房 4 室以上，具中轴胎座，浆果不开裂；

侧膜亚属 subgen. *Daiswa*，它的子房 1 室，具侧膜胎座，蒴果不规则开裂。欧洲和高加索地区有 2 种，*P. quadrifolia* L. 分布几遍欧洲（除北部寒冷岛屿和地中海常绿阔叶林区外），在北部向东延伸至西伯利亚阿尔泰地区，在南部向东延伸至高加索地区；*P. incompleta* M. Bieb. 特产高加索地区，它们均隶中轴亚属。其它 17 种皆产东亚地区，有趣的是上述 2 个地区（欧洲、高加索和东亚）之间有一个很广阔地区的间断。东亚的 17～22 种中，除 *P. tetraphylla* A. Gray 和 *P. japonica*（Franch. et Sav.）Franch. 2 种特产日本外，其它 20 种我国均产，分别隶于 2 个亚属。这 20 种遍布我国东南半壁森林地区，云南 14 种，四川 12 种，贵州 7 种，西藏、广西各 5 种，广东、湖南、湖北、甘肃各 3 种，其它省区在 2 种以下（李恒主编，1998）。本属植物多生于常绿阔叶林、针阔混交林、竹林、针叶林下或灌丛中，这大概可能解释它不分布于我国西部草原和荒漠地区以及在东亚和欧洲、高加索之间有一个间断的原因。

（2）沙棘属 *Hippophae* 含（3－）4 种和 9 个亚种，其中沙棘 *H. rhamnoides* L. 是一个广布种，其下分 9 亚种，几乎含盖本属的整个分布区。我国有 4 种和 5 亚种，所缺少的即欧洲分布的沙棘中的 3 个亚种 *H. rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides*，subsp. *fluviatilis* V. Soest，subsp. *carpatica* Rousi 和高加索地区的 subsp. *caucasica* Rousi。我国的 4 种和 5 亚种大致分布如下：肋果沙棘 *H. neurocarpa* S. W. Liu et T. N. He 特产西藏、青海、四川、甘肃；柳叶沙棘 *H. salicifolia* D. Don 产我国西藏（吉隆、错那），尼泊尔、锡金、不丹也有；西藏沙棘 *H. thibetana Schlechtend*. 特产甘肃、青海、四川、西藏；中国沙棘 *H. rhamnoides* L. subsp. *sinensis* Rousi，产河北、内蒙古、山西、陕西、甘肃、青海、四川西部；云南沙棘 *H. rhamnoides* L. subsp. *yunnanensis* Rousi 产四川西南部、云南西北部、西藏拉萨以东地区；中亚沙棘 *H. rhamnoides* L. subsp. *tunturkestanica* Rousi 产我国西藏，塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、哈萨克斯坦、阿富汗西部、蒙古西部也有；蒙古沙棘 *H. rhamnoides* L. subsp. *mongolica* Rousi 产我国新疆（伊犁、策勒、尼勒克等地），蒙古中西部、俄罗斯贝加尔湖地区也有；江孜沙棘 *H. rhamnoides* L. subsp. *gyantsensis* Rousi 产我国西藏（拉萨、江孜、亚东一带）。本属在我国的分布和重楼属不同，大都生长于黄河以北、横断山以西的干旱和高寒地区。但在高加索以东和中亚以西地区，即 *H. rhamnoides* L. subsp. *caucasica* 和 subsp. *turkestanica* 分布区之间，也有一个间断地区，这一现象似和重楼属相似，因为这个地区有一沙漠区，看来以鸟为传播媒介的植物是不易越过这一障碍的（Rousi，1971；张泽荣，1983）。

综上所述，若把重楼属分布和其近缘的、东亚－北美间断的延龄草属 *Trillum* 的分布联系起来，同样把沙棘属的分布和其近缘的、北美特有属 *Shepherdia* 联系起来，不难看出旧世界温带分布类型有一个北温带广布类型的深远背景，前者很可能是后者蜕变而来的。

1.2　与大洋洲的联系

我国区系和大洋洲的联系主要通过第 5 类型（热带亚洲至热带大洋洲）及其变型和第 4 类型（旧世界热带分布）及其变型的属来体现。若对亚洲东南部诸群岛复杂的地质历史以及澳大利亚和欧亚大陆在何时相互联系有所了解，想必对上述二个类型分布的历史背景会有帮助的。因此，在这里把 Schott（1991：227）根据最近一些地质学家的研究成果所作的概括，略作介绍。从整体上来讲，当在约 1 亿 8 千万年前（侏罗纪中期）泛古大陆

（Pangaea）（或系已有种子植物之后的第二个 ”Pangaea”）解体的同时，约在1亿4千万年前（白垩纪早期）冈瓦纳古陆已分裂成多块。东南亚的一部分来自冈瓦纳古陆，伊朗、西藏、马来半岛和中南半岛的一部分均是小陆块（microcontinent），它们和印度是同时开始漂移的。随后，加里曼丹岛、苏门答腊岛、爪哇诸岛以及部分苏拉威西岛也相继开始漂移，有时还要分裂。澳大利亚与欧亚大陆相联系大概发生在距今1千万至1千5百万年前（中新世）。由于这些小陆块的剧烈活动，因此陆地大为扩张，马来西亚地区东部便上升为陆地，亚洲东南部群岛便成为亚洲和澳大利亚植物传播的踏脚石。在第三纪结束之前，由于多次地质历史变迁，海平面开始下降，这种下降势头为更新世周期性气候变冷所加剧。在冰期时，大量冰块的积累，以致使全球性海平面下降，Sunda和Sahul陆架也为亚洲和澳大利亚植物相互交往提供了更多的通道。现列举下列各类群的分布情况，以示我国和大洋洲区系的联系。

（1）苦槛蓝科 Myoporaceae 为含3～4属的一个小科，约210种。最大的一个属 *Eremophila*（包括 *Pholida*）约180种，为澳大利亚特有。*Bontia* 单种属，为西印度群岛特有。我国与澳大利亚有联系的是苦槛蓝属 *Myoporum*，该属约28～32种，主要分布于澳大利亚和太平洋岛屿，通过东南亚至东亚。我国浙江、广东、广西、海南、台湾乃至日本沿海岸的潮界线上有1种，苦槛蓝 *M. bontioides*（Sieb. et Zucc.）A. Gray。由于本科主要分布于南半球，其分布格局如同许多南半球的科，如 Cunoniaceae 等相类似，致使 Leroy（1978）推测本科起源于冈瓦纳古陆尚未完全分离之前，而现在 *Myoporum* 有如此广泛的分布，显然在第三纪是在太平洋洋底继续扩张，澳大利亚及南太平洋岛屿继续位移中长距离传播所致。

（2）刺鳞草科 Centrolepidaceae 含3～4属，*Brizula*（5种）和 *Aphelia*（单种属），常合为 *Aphelia* 属，分布于澳大利亚。*Gaimardia* 有3种，1种分布于新西兰，一种产南美南端、火地岛、合恩角、福克兰群岛，另1种则亦产新几内亚岛、塔斯马尼亚岛和新西兰。我国和澳大利亚有联系的为刺鳞草属 *Centrolepis*，该属约有27种，主要分布于澳大利亚（19种均特有）、新西兰（3种），但少数种类延伸至东南亚。刺鳞草 *C. banksii*（R. Br.）Roem. & Schult. 为我国海南、越南和澳大利亚的昆士兰所共有，生低海拔沼泽地。Moore（1985）认为澳大利亚－新西兰是本科的主要分化地区。作者认为它的分布区和 Myoporaceae 虽然相似，尤其 *Gaimardia* 间断分布于新西兰和南美洲南端，不能不使人推断本科的起源也在冈瓦纳古陆包括南极洲尚有联系，且未完全分离之前。

（3）花柱草科 Stylidiaceae 含5属、约154种。*Forstera*，*Levenhookia* 和 *Oreostylidium* 3属局限于澳大利亚、新西兰。*Phyllachne* 有4种，间断分布于新西兰、塔斯马尼亚岛和南美温带地区。最大的一个属为花柱草属 *Stylidium*，约含136种，极大部分（110）产澳大利亚，只有4个种在澳大利亚没有分布。我国有2种，花柱草 *S. ulignosum* Swartz 与澳大利亚昆士兰共有，也产我国广东沿海地区、海南，中南半岛和斯里兰卡。另1种狭叶花柱草 *S. tenellum* Swartz 产我国福建东南部、广东和云南南部，苏门答腊岛、中南半岛（van Slooten 1954）。本科的主要分化中心无疑也在大洋洲，但 *Phyllachne* 间断分布于新西兰、塔斯马尼亚岛和南美之间，它的起源可能也在冈瓦纳古陆包括南极洲尚有联系，且未分离之前。

（4）水椰子科 Nypaceae 系单属、单种科。常包括在广义的棕榈科中，或作一亚科。

水椰子 *Nypa fruticans* Wurmb. 现仅分布于东南亚至琉球群岛、所罗门群岛和热带澳大利亚，生沿海岸红树林中，我国海南、台湾也有（可能已绝灭）。Krutzsch（1989）应用目前已发现的化石资料，生动地勾划出该属分布区的历史发展过程，大致分为4个时期。最早的化石点在南美和中非大西洋沿岸（即冈瓦纳古陆的西北部、北部和东部），时在白垩纪晚期，由于化石资料均来自沿海地区，无疑显示其当时生于红树林本质。第二个时期在始新世，这时所发现的化石，不再在南大西洋中部和冈瓦纳北部，而是在提特斯海北部沿岸和劳亚古陆南部浅海陆架的沿岸地区，如伦敦盆地、巴黎盆地、比利时盆地，向东至波兰、匈牙利、乌克兰等地。这种分布区北移现象，与第三纪在始新世气温达到最暖是吻合的。另一方面向东扩展，沿西太平洋沿岸，南达澳大利亚，北至日本，在印度有 *Nypa* 的化石是在中新世之后。第三个时期是在中新世，*Nypa* 在西半球完全消失。第四个时期是上新世或更新世，*Nypa* 只存在于现在的分布区。由此看来，它的现在分布区在热带东半球，但其来源却可能在热带西半球。由于东半球的化石记录不全，故并不排斥在第一、第二两次 ”Pangaea”遍及全热带红树林中，与同时存在的其他植物化石联系起来，或可解决问题。

（5）海桑科 Sonneratiaceae 亦系单属科，海桑属 *Sonnertia* 有5种，分布从东非至热带亚洲、澳大利亚北部及太平洋岛屿即旧热带，也是红树林中植物。我国和大洋洲共有的有2种，海桑 *S. caseolaris*（L.）Engl. 和杯萼海桑 *S. alba* J. Smith。前者西起斯里兰卡、经东南亚至澳大利亚北部和所罗门群岛，后者分布区与前者基本相似，但西起马达加斯加岛北部。这2种在我国的分布均在广东、海南和台湾（Backer & van Steenis，1951）。

以上列举类群中，水椰子科和海桑科是生长于一个特殊生境中的红树林植物，苦槛蓝科、刺鳞草科和花柱草科的分布中心均在大洋洲，现再列举2个类群，其分布中心在热带亚洲，以示通过不同分布类型的植物，把我国区系和大洋洲区系联系起来。

（6）兰科的假兰亚科（Orchidaceae subfam. Apostasioideae 有些作者认为宜独立成科 Apostasiaceae）含2属，三蕊兰属 *Neuwiedia* 和假兰属 *Apostasia*。三蕊兰属有10种，主要分布于东南亚，生原始林或次生林下、河流旁或沼泽地，我国仅有1种，三蕊兰 *N. singapureana*（Baker）Rolfe，产我国海南、云南（河口），越南，马来半岛，苏门答腊和加里曼丹岛。假兰属有8种，分布自琉球群岛、我国南部起，西至斯里兰卡，南达澳大利亚东北部，多生于原始林下。我国有3种，假兰 *A. odorata* Bl. 产我国海南、广东、云南（南部），印度阿萨姆、东南亚也有。多枝假兰 *A. ramifera* S. C. Chen et K. Y. Lang 特产我国海南。我国与澳大利亚共有的为剑叶假兰 *A. wallichii* R. Br.，该种广泛分布于我国云南西部、尼泊尔、印度经中南半岛至澳大利亚东北部（Vogel，1969；陈心启和郎楷永 1986）。

（7）黄叶树科 Xanthophyllaceae（有些作者置于 Polygalaceae 中）系单属科，黄叶树属 *Xanthophyllum* 约有94种，主要分布热带东南亚，向北延伸至我国华南、西南，南达澳大利亚昆士兰，多生于热带雨林。马来西亚地区有76种之多，虽然只有7种产华莱氏线以东地区，但从亚属的多样性来讲，该区具极大多样性，因此 Meijden（1988）推断本属的起源中心可能在澳大利亚－马来西亚地区（Austro－Malesia）。我国有4种，没有一种是和澳大利亚共有，因此是通过属级水平和澳大利亚联系起来。我国的4种中有3种为特产，分布海南、广东、广西、云南，它们是 *X. hainanense* Hu，*X. oliganthum* C. Y.

Wu ex S. K. Chen，*X. yunnanense* C. Y. Wu ex S. K. Chen，泰国黄叶树 *X. siamense* Craib 产我国云南东南部、柬埔寨、老挝、泰国。

1.3 与热带非洲的联系

我国区系与热带非洲的联系，除通过泛热带、旧世界热带广泛分布的属外、主要通过第6类型（热带亚洲至热带非洲分布）及其变型的属来体现。现仅列举3例，尤其是地涌金莲属、芒苞草属为金沙江河谷的特有属，虽然在热带非洲无分布，但有它们的近缘属，无疑更能深刻反映我国区系与热带非洲区系之间的渊源。

（1）钩枝藤科 Ancistrocladaceae 系一单属科，钩枝藤属 *Ancistrocladus* 约含12种，其中3种分布于热带西非，9种分布于印度、斯里兰卡、越南、苏门答腊岛，至加里曼丹岛，向北可延伸至我国华南地区。我国仅1种，钩枝藤 *A. tectorius*（Lour.）Merr. 广布于东南亚，西北起安达曼岛，经中南半岛，南至苏门答腊岛和加里曼丹岛，北达我国广西（宁明）和海南。多生于低海拔疏林和灌丛中（van Steenis，1948）。

（2）地涌金莲属 *Musella*（Franch.）C. Y. Wu ex H. W. Li 是一个单种属，地涌金莲 *M. lasiocarpa*（Franch.）C. Y. Wu ex H. W. Li 特产金沙江河谷的永胜、丽江和鹤庆（但栽培则至川湘）。该属原为芭蕉属的一个组，吴征镒和李锡文将它提升为属时，认为它肯定不应归入芭蕉属 *Musa*，反而和象腿蕉属 *Ensete* 有更密切的关系，这一论断为近年细胞学资料所证实。芭蕉属的染色体数目 n=10，11，象腿蕉属 n=9，而地涌莲的染色体数目 2n = 18，和象腿蕉属植物相同（Cheesman，1948；陈升振等，1990；Isobe & Hashimoto，1994）。芭蕉科含3属，除上述地涌金莲属之外，还有其它2属，它们的分布和生境也颇有趣。*Musa* 属约有35种，主产亚洲延至热带澳洲，其分化中心在缅甸至新几内亚岛一带，多生于低海拔阴湿沟谷和湿润林中，个别种可延伸至较寒冷的喜马拉雅地区至日本南部，我国有野生种类6种，产南岭以南各省区（*Musa basjoo* 可达长江南北岸，古代尤然）。*Ensete* 约有7种，主产非洲，喜生气温较寒冷的草坡和石坡，个别种可延至东南亚。我国有1种，象腿蕉 *E. glaucum*（Roxb.）Cheesm. 产我国云南南部及西部、印度、尼泊尔、缅甸、菲律宾。由于 *Musella* 和 *Ensete* 近缘，因此吴征镒和王荷生（1983）推断该类植物和古南大陆有密切关系。但由于在南半球尚未发现有 Musaceae 的化石（Jain，1960 记录被 Manchester，S. R. & Kreas，W. J. 1993 否定），而北半球的化石属 *Spiremospermum* 又具有 Zingiberaceae 和 Musaceae 特征，因此推测此二科的分化似在劳亚古陆，但在北美发现过 *Ensete* 化石，而现在该属只分布于亚、非二洲，芭蕉科可能在第三纪有一个泛热带的背景，但 *Musella* 与 *Ensete* 近缘，仍可作为中国区系与非洲区系（在印度板块漂移之后）有联系的一例。

（3）芒苞草属 *Acanthochlamys* P. C. Kao 为近年在川藏金沙江各支流干暖河谷新发现的一个单种属，芒苞草 *A. bracteata* P. C. Kao 产四川道孚、乾宁、康定、乡城和稻城及西藏（察雅），在 2 400～3 200 m 干旱山坡可形成优势群落。该属曾隶石蒜科，Wu Zhengyi（1988）将它转移至翡若翠科 Velloziaceae，虽然高宝莼（1989，1998）确认其独立成科，芒苞草科，但吴征镒的见解得到 Cronquist（1993）的赞同，而 Mabberley（1997）则归入 Anthericaceae。按 Velloziaceae 分二亚科，Barbacenioideae 亚科含4属，*Barbacenia*，*Pleurostima*，*Burlemarxia* 和 *Aylthonia*（Mabberley，1997 归入 Barbacenia）主产新大陆。Vellozioideae 亚科含 2～5 属，*Vellozia*（约124种）主产热带美洲，*Xerophyta*（包括

Barbaceniopsis）（约 28 种），主产热带非洲和马达加斯加岛，个别种延伸至也门。Wu（1988）认为芒苞草属和 *Xerophyta* 较为接近，并对其植物地理上的意义作了详细讨论。Velloziaceae 是一个热带美洲和热带非洲间断的科，为南美洲和非洲都曾是冈瓦纳古陆的一部分提供佐证的一个实例，现在在川藏金沙江河谷发现它的一个近亲，便为吴征镒和王荷生（1983）认为云南高原乃至四川金沙江河谷在第三纪以前和古南大陆曾经发生过联系，提供了一个很好的例证。Chase 等（1995）进行了 rbcL 分析，强烈支持芒苞草科 Acanthochlamydaceae 和 Velloziaceae 处于同一支系 Clade，而"缺乏与细胞壁联合的阿魏酸 cellwall－bound ferulate 及二孢子囊型花药亦仅与 Velloziaceae 共有，形态资料和分子生物学分析均指向同一方向，虽则两科并不十分接近"（Kao and Kubitzki，1998）。

在结束本段叙述之前，我们不能不提及 Brenan（1978）在研究热带非洲区系时发现一个有趣的事实。他根据 Airy Shaw（1973）修订的 Willis 第 8 版有花植物和蕨类的科属辞典，对热带非洲、热带亚洲和热带美洲的属作了统计，结果是热带非洲（有时加南非）和热带亚洲共有的属计有 351 个，占热带非洲总属数 2 497 属的 14.06%，但热带非洲和热带美洲共有的属只有 88 个，仅占热带非洲总属数的 3.52%。为什么前者的比例几乎超过于后者 4 倍？当然这不是本文研究的范围，但附志于此，以备为日后进一步研究中国区系与热带非洲和热带美洲区系的关系时作参考之用。

1.4　与热带美洲区系的联系

我国区系和热带美洲区系的联系，除通过泛热带分布的属之外，主要是以第 3 类型（热带或亚热带亚洲与热带美洲间断分布）的属来体现，这一类型中包括归化的属，据吴征镒最近统计约有 24 科和 80 属归此类型，纯属野生属约有 57 个，虽然不多，但不少恰是些原始类型，现仅列举 2 例，聊作说明。

（1）山柳科 Clethraceae 系单属科，但最近（Mabberley，1997 和 Kubitzki）却将之并入 Cyrillaceae，山柳属 *Clethra* 有 70 余种，分隶于二组。无翅组 sect. Clethra 有 25 种，产马来西亚地区至我国长江流域和日本，以及美国东南部有 2 种，成为组内亚洲和北美间断分布的格局。另一有翅组 sect. Cuellaria 分二亚组，subsect. Cuellaria 亚组有 37 种，主产热带中美洲和南美洲，subsect. Pseudocuellaria 亚组仅 1 种，孤立地产非洲西北部马德拉群岛（Sleumer，1967）。从整体看，有 2 个分布中心，一为热带美洲（有翅组），一为热带亚洲（无翅组），这样的分布格局和属下分类系统基本一致。有趣的是美国东南部的 2 种和亚洲的种类近缘而同隶于一个组，反而和中、南美洲的种类在系统上较远。这似乎说明南美洲是在非美古陆分裂后才再和北美洲板块重新联接的。另一难以解释的是孤立分布于马德拉群岛的 *C. arborea* Ait.，胡秀英（1960）认为该种和产在苏门答腊岛的 *C. pulcherrima* 接近，因此推断它由海上香料贸易而传入的。但 Sleumer（1967）和 Bramwall（1972）都否定这种观点，认为它和亚洲和美洲的种类都不接近。以种子形态而论，它反而更接近美洲种类。虽然本种在当地有栽种，但在人类活动稀少的月桂林（laurel forest）中也有自然生长，因此它在马德拉群岛的存在，暗示南大西洋两岸区系的深远联系，就为该种可能是非洲、南美洲分裂后残遗种类提供可能的解释。我国有 17 种，分布于西南部、长江流域及东南沿海各省区（胡琳贞，1990）。它们皆属于无翅组，和北美种类尤较热带美洲种类更为接近。这说明我国区系以属级水平上来体现与热带美洲的联系，而和北美的联系是在组级水平来体现的。

（2）水东哥科 Saurauiaceae 是另一个间断分布于热带亚洲（少数种类可延伸至昆士兰和斐济岛）和热带美洲的单属科。水东哥属 *Saurauia* 在前一地区约有 179 种，后一地区约有 80 种。至今没有一个属下的全面分类系统，Gilg & Werdermann（1925）是分别将新、旧大陆的种各自归成各不相同的几个组，致使我们无法进行两地种类的比较，但有 2 个分布中心似乎显而易见的。我们考虑到水东哥属的近缘属，猕猴桃属 *Actinidia* 和藤山柳属 *Clematoclethra*，前者主主产东亚至东南亚，后者为我国华中地区的特有属，因此推断水东哥属的起源可能在旧大陆。根据化石资料，在白垩纪晚期（Mai，1989）和在第三纪（Hunter 1966）在欧洲也存在有 Saurauiaceae 植物，因此本科现代的分部区可能是在收缩之中，欧洲分布区显然毁于第四纪冰盖。我国有 13 种，主产西南，华南和台湾也有少数种类，属热带但延至亚热带的森林成分。

东亚亚热带和南美智利及阿根廷的洲际间断分布，已见于覃海宁的木通科专著（Qin，1997）。

1.5 与北美洲的联系

我国区系与北美洲区系的联系，除通过第 8 类型（北温带分布）及其变型的属来体现外，特别是通过第 9 类型（东亚和北美间断分布）及其变型的属，更能深刻地反映它们之间的渊源。百余年来，对于东亚和北美类群的间断分布的讨论，几乎成了老生常谈的议题。Li（1952）、吴征镒（1983）和 Hong（1993）都先后列出了一个从 56 属至 116 属的长名单，Hara（1952，1956）和 Li（1972）还列举两地的近缘、甚至相同种的名录。在这里不再重复这些名称，但适当介绍当今解释形成这种间断分布格局的流行假说，对今后研究想必是有益的。Wen and Stuessy（1993）总结出有 4 种假说：（1）通过白令陆桥和北美中部的传播；（2）除通过白令陆桥之外，还可通过大西洋陆桥和提特斯海通道；（3）长距离传播；（4）先在南半球扩散，然后在白垩纪晚期在南、北美洲之间的传播。长距离传播假说为近年 Iltis（1983）所提出，被 Tiffney（1985a）认为它将生物地理学的科学性贬低为纯属偶然性的机遇，因此很少被人接受。上述第（1）和第（2）种假说可概括成北热带植物群假说（boreotropics hypothesis），而第（4）种假说称为冈瓦纳假说（Gondwana hypothesis）（Lavin and Luckow，1993）。我们认为这样的概括更富有历史植物地理学背景和简练，现简介如下。

1.5.1 北热带植物群假说 北热带植物群（boreotropical flora）的概念是由 Wolfe（1975）提出，他认为在北半球第三纪早期存在着一个喜高温（megatherm）和中温（mesotherm）的植物群，地处北美、欧亚的中纬度直至印度－马来地区，和它相对应的是南热带植物群（austro－tropical flora）。北热带植物群之内的成员如何扩散，Wolfe 当时只认为在高纬度可通过白令陆桥，因为他在白令地区的始新统地层中发现了北热带植物群的一些基本植物属的化石，如 *Magnolia*，*Hypserpa*，*Tinomiscium*，*Meliosma*，*Phytocrene* 和 *Mastixia* 等。Tiffney（1985a，1985b）提出除白令陆桥之外，在低纬度还可通过大西洋陆桥和提特斯海通道进行扩散。他并认为从现在观点来看，北热带植物群是一个混合植物群，它既包括北方落叶、阔叶混交林的 *Juglans*，*Carpinus* 和 *Betula* 等，又包括热带和亚热带的 *Nypa*，*Mastixia*，*Tetrastigma* 和 Icacinaceae 成员。在渐新世早期，温带气候变得盛行以及北大西洋的间隔扩大，因此阻止了热带成分通过大西洋陆桥的扩散。随着一系列地质和气候的变迁，致使这个北热带植物群中常绿的和中生落叶的成分只残存于几个所谓的第三纪避难

所，如巴尔干、高加索、东南亚、北美西部、北美东部、墨西哥东部高地和中美北部。虽然这些地区都来自一个共同的北热带植物群，但各地保留既有相同的类群，又有所不同，以日本、中国南部直至马来西亚保留着最大的多样性，北美东南部虽然也保留有北热带植物群中常绿和落叶木本植物的代表，但比之中国和日本就逊色得多。吴征镒认为这是受北美至加拿大的第四纪冰盖和落矶山脉形成的双重影响所致。在这些避难所中的“古区系成分”原属在第二次“Pangaea”上的同一区系，而后发生的分异是隔离分化和其中许多类群进一步分化的结果。

1.5.2　冈瓦纳假说（Gondwana hypothesis）　这一假说主要用来解释北美热带植物区系的起源和联系，当然也可能会涉及到东南亚植物和北美热带乃至温带植物的间断问题。它的核心是假定这个类群的祖先起源于西部冈瓦纳古陆（非洲和南美洲），随后其后裔在新生代通过南、北美洲之间的通道而到达北美。这个类群在旧大陆必定要有一个姊妹群，而热带北美类群必定是南美类群的后裔。Raven & Polhill（1981）在解释豆科的植物地理时，似乎附合这一假说。他们见到豆科植物在南美洲、非洲和马达加斯加岛具有极大的多样性，尤其在非洲还保留较多的豆科原始类群，这一现象与许多热带植物类群在非洲灭绝的现象相比较，不得不使人认为非洲是豆科的最初的演化中心。但 Lavin and Luckow（1993）以自己研究 Mimosoideae 亚科的 Dichrostachys 类群和 Papilionoideae 亚科的 Robinieae 类群的结果，还列举了一些其它作者对另一些植物类群、昆虫、脊椎动物的研究成果，都不支持冈瓦纳假说，而赞成北热带植物群假说。

作者同意 Tiffney（1985a）和 Xiang 等（1998a）的观点，现代东亚–北美间断分布式样的形成，并不是一次历史事件所造成，而是多次历史事件的结果。作者更认为应选择不同生活型、生态要求和在系统发育上不同阶段的类群，分别予以研究。我们深知即使在同一类群（科或属）内，在不同时间上，可能有不同的历史事件造成它们之间的间断，Wolfe（1981）对槭属 *Acer* 的研究结果就是一例。槭属的有些组的间断时间在始新世，而有的组在渐新世，有的组甚至在中新世或者距今更近的时间内形成（转引自 Brown and Gibson，1983）。关于这种间断时间，以往大都依靠化石资料、形态上的差异和杂交亲和性等特征来推断，自 90 年代以来，应用分子资料来印证和推断，正是一种方兴未艾的研究方法，这就是分子植物地理学的方法，是值得今后重视的方向（Parks and Wendel，1990；Lee 等，1996；Xiang 等，1998a，1998b；Wen 等，1998）。吴征镒还认为也存在这种可能，即北美陆块并非一次形成或北美洲东西两岸的区系受到 Rocky 山脉阻断。

1.6　讨论和结论

我们为什么要用这么多的篇幅来讨论中国植物区系与其它区系的联系呢？在白垩纪晚期，当被子植物已成为陆地植物界的主宰时，古植物学家根据化石花粉资料，把全球划成四个植物区，即正粉区、鹰粉区、赤道区和 Notal 区（Meyen，1987）。每经一次重大的地质历史变化或者每一个重要的地质时期，各区的被子植物都会进行分化和重组，因此每一个历史时期都有其相适应的区划，一直演化至今，可把全球划分成为 6 界（Kingdom）、35 区（region）的局面（Takhtajan，1986）。Wu and Wu（1998）将中国植物区系划分为 4 界和 7 个亚界。那么如何将已演化成 4 界和 7 个亚界的我国区系，重建和回归到昔日全球统一的局面之中去呢？区系学家只能依靠经过系统发育研究后的分类群，以它们现今的分布区结合化石和地史资料，用“以今论古”的方法，来推断我国植物区系的来源。吴征镒

和王荷生（1983）就以地理成分和发生成分相结合的方法，推断我国种子植物的属，凡分布于旧世界热带、热带亚洲、热带亚洲–美洲、热带亚洲–澳大利亚、热带亚洲–非洲的属，大都起源于古南大陆（冈瓦纳古陆）；凡分布于旧世界温带、北温带（包括环两极和全温带）的属，大都起源于古北大陆（劳亚古陆）；凡分布于地中海区、西亚和中亚地区的属，大都起源于古地中海（提特斯海）；这意味中国植物区系，除本地产生者外，有3个源头。汤彦承和李良千（1996）以地理成分和历史成分相结合的方法，除本地区产生者外，推断我国被子植物区系是北方第三纪植物群、提特斯第三纪植物群和北热带植物群的后裔。

2 在世界区系中的地位和作用

中国地处北半球，最北位于黑龙江省漠河附近，最南为南沙群岛，包含寒温带直至赤道带6个温度带（中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，1985）。就其区系性质而言，它的部分地区，又界于二大植物区系，泛北极植物区和古热带植物区的交汇处。由于它所处这种特殊位置，必然会涉及到植物区系中的二大问题，即被子植物的起源地和北温带植物区系的起源。当然这些问题不可能在此作详尽的讨论。只能就目前一些流行的学说作必要的介绍，其目的在于说明中国植物区系在世界植物区系中的地位及其所扮演的角色。

2.1 被子植物的起源中心

被子植物起源于何时、何地，以及从哪个类群演化而来（单元、抑或多元）？是一个问题不可分割的三个方面。目前，众说纷纭，这里仅就有关起源中心的学说作些介绍。自从否定北极起源学说之后，热带起源学说便代之而起。概括起Takhtajan和Smith为代表的东冈瓦纳古陆起源为一方，和以Raven和Axelrod为代表的西冈瓦纳古陆起源为另一方。Takhtajan和Smith都是基于分析现存原始被子植物的分布式样为出发点，来推断被子植物的起源地。如Smith（1970）列举现存的原始被子植物有60科，分布于亚洲至大洋洲（西起斯里兰卡，东达斐济和新西兰）有53科，分布于南、北美洲的有40科，而分布于非洲（包括马达加斯加岛和欧洲的地中海部分）的只有25科。因此，他认为被子植物的起源中心在马来西亚地区。Takhtajan（1969）指出，不但要注意原始类群的数量，更要着重分析这些原始类群的各个进化系列（phylogenetic series）的所在地，他在分析了Magnoliales，Laurales，Piperales，Aristolochiales，Illiciales，Ranunculales，Trochodendrales，Hamamelidales，Balanopales，Myricales，Dilleniales，Paeoniales之后，得出从阿萨姆到斐济地区，就是被子植物的“摇篮”。他在1987年，仍然坚持认为应用进化系列分析方法是一种现实的手段，是能够比较可信地得出被子植物起源和扩散中心，因此再度分析了Magnoliidae以及Magnoliaceae，Winteraceae，Annonaceae，Monimiaceae，Chloranthaceae等类群。并利用了近年来Audley–Charles（1987）对东南亚地质上的研究成果，认为被子植物的“摇篮”和分化中心可能是在从澳大利亚–新几内亚岛在侏罗纪分裂出来的一块碎片上。当然它不是一块孤立的陆块，而是一群山地岛屿，这样的生境，无疑有利于早期被子植物的强烈分化和适应辐射。他不同意西冈瓦纳古陆起源的观点，认为即使在那里起源以后遭到气候上的扰乱，而现今还具有一个丰富的区系，但不可否认一些原始类群，如Magnoliidae，Ranunculidae，Hamamelididae的成员在那里是贫乏的。Raven & Axelrod（1974）不同意东南亚至新西兰和斐济之间是被子植物起源中心，因为那个地区从地质上

来讲是一个复合区，澳大利亚板块要到中新世才漂移到亚洲附近，他们又认为北美洲也不可能是被子植物起源地。在这样排除这些地区的可能性的基础上，同时也分析一些原始类群，如 Annonales，在南美洲和非洲存在着一系列中间纽带，于是他们提出西冈瓦纳古陆是被子植物起源中心的见解。他们认为南美洲－非洲联合古陆的内部可能有大面积严酷的沙漠，而其半干旱的过渡地带是植物进化的重要中心，干旱条件正是促进一系列作为被子植物重要特征的形成，如心皮的闭合、昆虫传媒系统的建立、导管的发生……等。但后来多次的历史事件，如非洲干旱的扩大化，导致在那里植物类群大量的灭绝。Bande & Prakash（1986）根据印度－马来区中南半岛第三纪化石研究的结果，不同意东南亚是被子植物起源中心。他发现在东南亚（他指的是中南半岛、爪哇、苏门答腊岛、加里曼丹岛等地）的第三纪化石中，除 Magnoliaceae，Anonaceae，Piperaceae，Lauraceae 一些化石外，被认为该区尚有现存的原始类群，皆无化石的存在。更饶有兴趣的是，印度板块一般认为约在中新世才与欧亚板块相连，但他发现在此之前，印度和东南亚已有许多共同科、属的化石，这远隔重洋的两地，为何有相同的植物？势必使人推断在这两地之外的冈瓦纳古陆的某一地区已经产生了这些相同的科、属，这些植物并非是通过印度板块带到东南亚的。近年来，我国学者张宏达（1980），根据认为被子植物应发生于三迭纪的观点，他提出华夏植物区系所复盖的地区是被子植物起源地，当时他所指的这个地区只包括我国长江以南，东达江苏、浙江、福建及台湾沿海地带，西拥川、康、云、贵等地台，还包括第三纪以后上升起来的西藏和喜马拉雅山区，南部也包括两广及毗邻的中南半岛。到 1994 年，张宏达进一步明确华夏古陆的范畴，北起我国黑龙江和内蒙古，东北部包括日本的本部和朝鲜半岛，西北部包括准噶尔盆地中段，南部包括中南半岛、马来半岛、苏门答腊岛及加里曼丹岛，最西部包括第三纪上升起来的喜马拉雅山地。并且从被子植物发展的阶段性，发展是渐进的而且是不同步的，发展是单元多系的，被子植物起源可追溯到二迭纪或晚石炭世的观点出发，他认为华夏古陆是被子植物的发源地之一。谢永泉（1993）不同意张宏达的意见，认为就全国范围而言，从大地构造、地层、地史及古地理诸学科考虑，均不可能统属于一个华夏古陆。他又从两极的变化，赤道和纬度也跟着改变的原理，认为晚侏罗世是被子植物形成的关键时期，因此推断我国植物区系起源，在早期，北方区有着重要作用，南方区的康滇古陆，也有着独特的作用。最近，吴征镒也提出中国植物区系起源的一个新见解，将另文发表。

综合上述，各家对被子植物起源地的见解虽有不同，但东南亚乃至东亚地区现在生存着众多的被子植物原始类群的事实，是无法否认的。鉴于有些植物在北美和欧洲虽无现存的，却有化石存在，于是又引发出另一个问题，也就是说东南亚地区是第三纪植物的避难所而不是发源地，现简单介绍一些代表性意见如下。Schuster（1981）绘制了 19 个木本、原始植物科（Winteraceae，Degeneriaceae，Himantandraceae，Eupomatiaceae，Austrobaileyaceae，Trimeniaceae，Amborellaceae，Gomortegaceae，Lactoridaceae，Calycanthaceae，Idiospermataceae，Saururaceae，Illiciaceae，Schisandraceae，Trochodendraceae，Tetracentraceae，Eupteleaceae，Cercidiphyllaceae，Eucommiaceae）的分布图，发现它们的分布区有强烈的间断，更有趣的是，他又绘制了一些松柏类植物分布图，二者都在东南亚有一个集中的中心，这样势必使人们猜想，在白垩世中期原始被子植物和这些松柏类植物有着类似的历史。由此，他推测东南亚是一个生存中心而未必是起源中

心，并且还应用板块学说和被子植物扩散途径，说明东南亚和大洋洲是代表两个生存中心。他认为任意地把两个生存中心当作一个起源中心是不可取的。鉴于这个地区地质极为复杂，没有广泛的冰川作用，反映了孑遗气候的条件，大陆板块的漂移，又带来了一些其它区系的成员，导致它现在成为一个极为复杂而混合的区系，因此具有许多古老和孑遗类群。当然强烈反对这种避难所观点者，还是 Takhtajan (1987)。他坚持应用系统发育分析方法来推断一个类群的起源是有效的，例如他分析 Magnoliidae，有 10 个科 Degeneriaceae，Himantandraceae，Eupomatiaceae，Austrobaileyaceae，Amborellaceae，Trimeniaceae，Idiospermaceae，Rafflesiaceae *s.s.*，Nepenthaceae，Barclayaceae，只局限于东冈瓦纳古陆，而美洲只有 2 个特有科 Gomortegaceae、Lactoridaceae，并且它们还是进化的。对 Magnoliaceae 的分析，取得相同的结果，该科含有 12～15 个属，北美只有 *Magnolia*，*Talauma* 和 *Liriodendron* 3 个属。对含 8 个属的 Winteraceae 分析，其结果类似，只有 *Drimys* 分布于中美和南美，而马达加斯加岛只有一个高度进化的属 *Takhtajania*。他认为无论对木兰亚纲的 Annonaceae，Monimiaceae，Chloranthaceae 分析，甚至对 Ranunculidae，Hamamelididae 的分析，都会得出类似的结论。这样，不能不使人考虑这些原始类群集中之区是起源中心，而不是保留中心。

2.2 北温带植物区系起源

温带植物区系起源虽没有被子植物起源那样复杂，但二者也是不可分割的。据 Axelrod (1966) 研究，认为无论北温带的落叶阔叶林区系和南温带的常绿阔叶林区系，都起源于热带区系。落叶习性树木原系起源于热带常绿林中，以适应一年中较为寒冷的干旱期，在北半球白垩纪早期，落叶阔叶林已出现于中纬度的低地，后来气候的变迁，它不断向高纬度扩展，以致使落叶习性的植物可以适应于湿润或干旱的大陆性气候，或适应于高纬度具有显著光周期的凉爽气候，甚至可生活于在新生代才出现的在冰点以下的寒冷地区。Takhtajan (1957) 更进一步指出，在渐新世时，北温带植物区系逐步而稳定地扩展，亚热带植物区系随之缩小，热带植物区系的北界也接近于现在的地位。他认为我国云南及其邻近地区（包括东喜马拉雅－阿萨姆－缅甸北部－日本南部）的亚热带区域，存在着许多在系统上原始类群，这些类群是后来发展成为北温带植物区系的一个古老核心。吴征镒 (1964) 也达到同样结论，居于北纬 20°至 40°之间的中国南部与西南部和中南半岛的广袤地区，是最富于特有的古老的科和属。这些从第三纪古热带区系传下来的成分可能是东亚区系的核心，而这一地区则正是这一区系的摇篮。更广泛地说，它也许甚至是北美和欧洲植物区系的出生地。

综合第 1、2 两节所述，无论中国植物区系是否包含被子植物起源中心或是北温带植物区系起源的核心，抑或被认为是第三纪北热带植物群的避难所，但若仔细分析，中国区系在世界植物区系中所扮演的重要角色是毋庸置疑的。就按 Smith (1970) 认为现存的原始被子植物有 60 科的概念，中国就有 39 科，几占 2/3，如 Magnoliaceae，Annonaceae，Myristicaceae，Aristolochiaceae，Saururaceae，Piperaceae，Peperomiaceae，Hernandiaceae，Calycanthaceae，Chloranthaceae，Lauraceae，Cassythaceae *s.s.*，Cabombaceae *s.l.*，Nymphaeaceae *s.l.*，Euryalaceae *s.s.*，Ceratophyllaceae，Illiciaceae，Schisandraceae，Nelumbonaceae，Circaeasteraceae，Ranunculaceae (Kingdoniaceae *s.s.*，Helleboraceae *s.s.*)，Papaveraceae，Chelidoniaceae，Hypecoaceae，Fumariaceae，Trochodendraceae，

Tetracentraceae，Cercidiphyllaceae，Eupteleaceae，Eucommiaceae，其中有些科如 Eucommiaceae，Eupteleaceae，Cercidiphyllaceae，Tetracentraceae，Trochodendraceae，Nandinaceae，Sargentodoxaceae，Kingdoniaceae，Circaeasteraceae，Euryalaceae 为我国特有科或特征科。不但在数量上，正如同 Takhtajan（1986）所强调的，我国区系中还有在系统发育上不少中间环节。他惊叹地说，在环北方区区系中有许多区别十分明显的科和属，在东亚区由于存在着中间类群，以致使它们变得不可区分了。我们若将 Lardizabalaceae 视为联结以木本为主的木兰亚纲和以草本为主的毛茛亚纲的纽带，则 Carlemanniaceae 无疑是介于 Rubiaceae 和 Caprifoliaceae，Triplostegiaceae 介于 Valerianaceae 和 Dipsacaceae，Plagiopteraceae 介于 Verbenaceae 和 Celastraceae 之间的重要环节。若以属为例，*Diplarche* 是联系 Ericaceae 和 Diapensiaceae 之间的类群，那么 *Zippelia* 就是勾结 Saururaceae 和 Piperaceae 之间的中间媒介。我们甚至还可列出不少的科，如 Adoxaceae（吴征镒，1981）、Betulaceae（陈之端，1994）、Paeoniaceae（潘开玉，1995）、Parnassiaceae（谷粹芝，1987）、Stachyuraceae（李恒，1992）等，它们很可能是起源于东亚或中国。正是不胜枚举，可详见“种子植物科属地理”一书（路安民主编，1999）。

致谢　本稿完成于 1995 年 9 月，最近蒙业师吴征镒院士据新资料进行补充修正。有关我国分类群的分布区资料，由丁托娅教授提供。杨亲二教授帮助修改英文摘要。

参 考 文 献

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会，1985. 中国自然地理总论〔M〕. 北京：科学出版社

《中国新生代植物》编写组，1978. 中国植物化石，第三册，中国新生代植物〔M〕. 北京：科学出版社

闵天禄，1980. 虎皮楠科. 中国植物志，45 卷 1 分册〔M〕. 北京：科学出版社，1～11

吴征镒，1965. 中国植物区系的热带亲缘〔J〕. 科学通报，1965 年 1 月号，25～33

吴征镒，1981. 五福花科的另一个新属，兼论本科的科下进化和系统位置〔J〕. 云南植物研究，**3**（4）：383～388

吴征镒，1989. 中国植物区系分区图〔M〕. 见：中国科学院长春地理研究所主编，中国自然保护地图集. 北京：科学出版社

吴征镒，1991. 中国种子植物属的分布区类型〔J〕. 云南植物研究，增刊 IV，1～139

吴征镒，王荷生，1983. 中国自然地理，植物地理（上册）〔M〕. 北京：科学出版社

吴德邻，1964. 兰花蕉科（Lowiaceae）植物之研究〔J〕. 植物分类学报，**9**（4）：335～343

张宏达，1980. 华夏植物区系的起源与发展〔J〕. 中山大学学报（自然科学版），**19**（1）：89～98

张宏达，1994. 再论华夏植物区系的起源〔J〕. 中山大学学报（自然科学版），**33**（2）：1～9

张泽荣，1983. 胡颓子科. 中国植物志，52 卷 2 分册〔M〕. 北京：科学出版社，1～66

张芝玉等译（Schuster R M 著），1981. 板块构造及其对被子植物起源和传播的关系〔M〕. 见：C.B 贝克主编，被子植物的起源和早期演化. 北京：科学出版社，33～90

谷粹芝，1987. 中国梅花草属校订〔J〕. 植物研究，**7**（1）：1～61

汤彦承，李良千，1996. 试论东亚被子植物区系的历史成分和第三纪源头－基于省沽油科、刺参科和忍冬科植物地理的研究〔J〕. 植物分类学报，**35**（5）：453～478

李恒，1984. 重楼属系统发育探讨〔J〕. 云南植物研究，**6**（4）：351～362

李恒，1986. 重楼属的分类研究〔J〕. 植物研究，**6**（1）：109～144

李恒，1988. 重楼属植物的化学成分、地理分布及资源评价〔J〕. 云南植物研究，增刊 I：38～46

李恒，1992. 论旌节花科的起源〔J〕. 云南植物研究，增刊 V：59～64

李恒（主编），1998. 重楼属植物〔M〕. 北京：科学出版社

陈之端，1994. 桦木科植物的系统发育和地理分布（续）〔J〕. 植物分类学报，**32**（1）：1～31，**32**（2）：101～153

陈心启、郎楷永，1986. 中国拟兰亚科的研究〔J〕. 植物分类学报，**24**（5）：346～352

陈升振等，1990. 五十种植物的染色体计数〔J〕. 广西植物，**10**（1）：33～37

胡琳贞，1990. 桤叶树科，中国植物志 56 卷〔M〕. 北京：科学出版社，120～156

高宝莼，1989. 芒苞草科——单子叶植物的一个新科〔J〕. 四川植物研究，1989（2）：1～8

高宝莼，1998. 芒苞草科——单子叶植物一个新科的确认，兼论其系统位置〔J〕. 云南植物研究，**20**（1）：23～31

谢永泉，1993. 华夏古陆与华夏植物区系〔J〕. 植物研究，**13**（2）：202～208

路安民（主编），1999. 种子植物科属地理〔M〕. 北京：科学出版社

潘开玉，1995. 芍药科分布格局及其形成的分析〔J〕. 植物分类学报，**33**（4）：340～349

Airy Shaw H K，1954. Pentaphragmataceae in Steenis. van C G G J ed〔J〕. *Fl. Malesiana ser*. 1，**4**（5）：517～528.

Ashton P S，1979. Some geographic trends in morphalogical variation in the Asian tropics and their possible significance〔M〕. in Larsen K and Holm－Nielsen. L B ed.，Tropical Botany，London，New York，San Francisco Academic Press，35～48

Ashton P S，1982. Dipterocarpaceae in Steenis van C G G J ed〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1，**9**（2）：237～552

Audley－Charles M G，1987. Dispersal of Gondwanaland：relevance to evolution of the angiosperms〔M〕，in Whitmore，T C ed.，Biogeographical Evolution of the Malay Archipelago，Oxford：Clarendon Press，5～25

Axelrod D I，1966. Origin of deciduous and evergreen habits in temperate forests〔J〕. *Evolution*，**20**（1）：1～15

Baker C A，Steenis van C G G J，1951. Duabanga in Steenis van C G G J ed〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1，**4**（3）：288～289

Bande M B，Prakash U，1986. The Tertiary flora of Southeast Asia with remarks on its palaeoenriroment and phytogeography of Indo－Malayan region，Rev. Palaeobot〔J〕. *Palynology*，**49**：203～233

Beusekom－Osinga R J van，1977. Crypteroniaceae in Steenis van C G G J ed〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1，**8**（2）：187～204

Beusekom－Osinga R J van，Beusekom C F van，1975. Delimitation and subdivision of the Crypteroniaceae（Myrtales）〔J〕. *Blumea*，**22**：255～266

Bramwell D，1972. Endemism in the flora of the Canary Island〔M〕. In：Valentine D H ed.，Taxonomy Phytogeography and Evolution，London：Academic Press，141～159

Brenan J P M，1978. Some aspects of the phytogeography of tropical Africa〔J〕. *Ann Missouri Bot Gard*，**65**：437～478

Chase M W，Duvall M R，Hills H G *et al*，1995. Molecular Systematics of Lilianae〔M〕. In：Rudall P J，Cribb P J，Culter D F *et al*，eds.，Monocotyledons：Systematics and Evolution. Kew：Royal Botanic Gardens，109～137

Cheesman E E，1948. Classification of the bananas〔J〕. *Kew Bull*，**1947**：97～117

Cronquist A，1993. Appendix 15. 1 Families of flowering plants and pertinent synonymy according to the Cronquist system〔M〕. in Flora of North America Editorial Committee，ed. Flora of North America. Oxford：New York University Press，1：299～316

Gilg E，Werdermann E，1925. Actinidiaceae in Engler A，ed. Die Naturlichen Pflanzenfamilien，2 auflage，21 band〔M〕. Leipzig：Verlag von Wilhelm Engelmann，41～46

Grubov V I，1963. Introduction in Plantae Asiae Centralis〔M〕. Moscow and Leningrad：Academia Scientiarum URSS. 1：5～69，（in Russian）

Hansen B，1986. The Balanophoraceae of Continental Africa〔J〕. *Bot Jahrb Syst*，**106**（3）：359～377

Hara H，1952 and 1956. Contributions to the study of variations in the Japanese plants closely related to those of Europe or North America，Ⅰ and Ⅱ〔J〕. *Journ Fac Sci Univ Tokyo Bot*，**6**：29～96，343～391

Holttum R E，1970. The genus Orchidantha（Lowiaceae）〔J〕. *Gard Bull Singap*，**25**：239～246

Hong D Y，1993. Eastern Asian－North American disjunctions and their biological significance. *Cathaya*，**5**：1～39

Huang T C，1965. Monograph of Daphniphyllum〔J〕. *Taiwania*，**11**：57～98

Hunter G E，1966. Revision of Mexican and central American Saurauia（Dilleniaceae）〔J〕. *Ann Missouri Bot Gard*，**53**（1）：47～89

Iltis H H，1983. Biogeographical relationships between temperate eastern Asia and temperate eastern North America. in Proceeding of the U.S.－Japan Science Seminar on the origin of the East Asian and North American floras from Arctotertiary Precursors. United State－Japan Cooperative Science Program〔C〕. New York Botanical Garden，49～51

Isobe M，Hashimoto K，1994. The chromosome count of nine taxa in Musa and its allied genus *Musella*〔J〕. *Bull*

Hiroshima Bot Gard，**15**：7～11

Jain R K，1960. Ensete berryi：Revised name for Musa enseteformis Berry〔J〕. *Nature*，**187**（4734）：342～343

Jain R K，1963. Studies in Musaceae－1. Musa cardiosperma sp. nov.，a fossil banana fruit from the Deccan Intertrappean Series〔J〕*India*，*Palaeobotanist*，**12**：45～58

Kao P C，Kubitzki K，1998. Acanthochlamydaceae，in Kubitzki K，ed. The Families and Genera of Vascular Plants Vol. III Flowering Plants〔M〕. Monocotyledons：Lilianae（except Orchidaceae）. Berlin Heidelberg：Springer－Verlag，55～58

Krutzsch W，1989. Paleogeography and historical phytogeography（paleochorology）in the Neophyticum〔J〕. *Pl Syst Evol*，**162**：5～61

LaMotte R S，1952. Catalogue of the Cenozoic plants of North America through 1950〔M〕. Maryland：Waverly Press

Lam H J，Royen van P，1952. Concise revision of the Sarcospermataceae〔J〕. *Blumea*，**7**（1）：148～153

Lam H J，Varossieau W W，1938. Revision of the Sarcospermataceae〔J〕. *Blumea*，**3**（1）：183～262

Lavin M，Luckow M，1993. Origins and relationships of tropical North America in the context of the boreotropics hypothesis〔J〕. *Amer Journ Bot*，**80**（1）：1～14

Lee N S，Sang T，Crawford D J，Yeau S H and Kim S C，1996. Molecular divergence between disjunct taxa in Eastern Asia and Eastern North America〔J〕. *Amer Journ Bot*，**83**：1373～1378

Leonard J，1986. Observations sur le genre Cynomorium L. en Asie（Cynomoriaceae）〔J〕. *Bull Jard Bot Nat Belg*，**56**：301～304

Leroy J F，1978. Composition，origin，and affinitries of the Madagascan vascular flora〔J〕. *Ann Missouri Bot Gard*，**65**（2）：535～589

Li H L，1952. Floristic relationships between Eastern Asia and eastern North America〔J〕. *Trans Amer Philos Soc n.s*，371～429

Li H L，1972. Eastern Asia－Eastern North America species－pairs in wide－ranging genera〔M〕. in Graham，A. ed.，Floristics and Paleofloristics of Asia and eastern North America，Elsevier，Amsterdam，65～78

Mabberley D J，1997. The Plant－Book 2nd〔M〕. Ed.，Cambridge：Cambridge University Press，

Mai D H，1989. Development and regional differentiation of The European vegetation during the Tertiary〔J〕. *Pl Syst Evol*，**162**：79～91

Manchester S R，Kress W J，1993. Fossil bananas（Musaceae）：Ensete oregonense sp. nov. from the Eocene of Western North America and its Phytogeographic significance〔J〕. *Amer Journ Bot*，**80**：1264～1272

Mckenzie K G，1991. Implications of shallow Tethys and origin of modern oceans〔J〕. *Aust Syst Bot*，**4**：37～40

Meijden van der R，1988. Polygalaceae in Steenis van，C G G J ed〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1，**10**（3）：455～539

Meyen S V，1987. Fundamentals of Palaeobotany〔M〕. London，New York：Chapman and Hall.

Moore D M 1985，Centrolepidaceae in Heywood V H ed. Flowering Plants of the World〔M〕. London & Sydney：Croom Helm，283

Muller J，1981. Fossil pollen records of extant angiosperms〔J〕. *Bot Rev*，**47**（1）：1～142

Palamarev E，1989. Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora〔J〕. *Pl Syst Evol*，**162**：93～107

Parks C R and Wendel J F，1990. Molecular divergence between Asian and North American species of Liriodendron（Magnoliaceae）with implications for interpretation of fossil floras〔J〕. *Amer Journ Bot*，**77**（10）：1243～1256

Qin H N，1997. A taxonomic revision of the Lardizabalaceae〔J〕. *Cathaya*，**8～9**：1～214

Raven P H，Axelrod D I，1974. Angiosperm biogeography and past continental movements〔J〕. *Ann Missouri Bot Gard*，**61**：539～674

Raven P H，Polhill R M，1981. Biogeography of the Leguminosae in Polhill，R. M. and Raven，P. H. ed. Advances in Legume Systematics〔M〕. England：Royal Botanic Gardens，Kew，Part 1，27～34

Rousi A，1971. The genus Hippophaë L. a taxonomic study〔J〕. *Ann Bot Fennici*，**8**：177～227

Schirarend C，Olabi M N，1994. Revision of the genus Paliurus Tourn. ex Mill.（Rhamnaceae）〔J〕. *Bot Jahrb Syst*，**116**（3）：333～359

Schott A M，1991. Phylogenetic relations and historical biogeography of Fordia and Imbralyx（Papilionaceae，Millettetieae）

〔J〕 *Blumea*, **36** (1): 205～234

Sleumer H, 1967. Monographia Clethracearum 〔J〕. *Bot Jahrb*, **87** (1): 36～172

Sleumer H, 1971. Cardiopteridaceae in Steenis van C G G J, ed 〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1, **7** (1): 93～96

Slooten van D F 1954, Stylidiaceae in Steenis van C G G J, ed 〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1, **4** (5): 529～532

Smith A C, 1970. The Pacific as a key to flowering plant history 〔M〕. university of Hawaii, Harold L. Lyon Arboretum Lecture Number 1, 1～26

Steenis van C G G J, 1948. Ancistrocladaceae in Steenis van C G G J, ed 〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1, **4** (1): 8～10

Steenis van C G G J, 1953. Datiscaceae in Steenis van C G G J, ed 〔J〕. *Fl Malesiana ser*. 1, **4** (4): 382～387

Suc J C, 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vagetation and Climate in Europe 〔J〕. *Nature*, **307** (2): 429～432

Taylor D W, 1990. Paleobiogeographic relationships of angiosperms from the Cretaceous and Early Tertiary of the North Amenrican area 〔J〕. *Bot Rev*, **56** (4): 279～417

Takhtajan A, 1957. On the origin of temperate flora of Eurasia 〔J〕. *Bot Mag*, **42** (11): 1635～1653 (in Russian)

Takhtajan A, 1969. Flowering Plants Origin and Dispersal 〔M〕. Edinburgh: Oliver & Boyd

Takhtajan A, 1986. Floristic Regions of the World. Berkeley 〔M〕. Los Angeles, London: University of California Press

Takhtajan A, 1987. Flowering plant origin and dispersal, the cradle of the angiosperms revisited 〔M〕. in Whitmore, T. C. ed., Biogeographical Evolution of the Malay Archipelago. Oxford: Clarendon Press, 26～31

Takhtajan A, 1997. Diversity and Classification of Flowering Plants 〔M〕. New York: Columbia University Press

Tanai T, 1972. Tertiary history of vegetation in Japan 〔M〕. In: Graham A, ed., Floristics and Paleofloristics of Asia and Eastern North America. Amsterdam－London－New York: Elsevier Publishing Company, 235～255

Tiffney B H, 1985a. Perspectives on the origin of the floristic similarity between Eastern Asia and eastern North America 〔J〕. *Journ Arn Arbor*, **66** (1): 73～94

Tiffney B H, 1985b. The Eocene North Atlantic land bridge: Its importance in Tertiary and modern phytogeography of north hemisphere 〔J〕. *Journ Arn Arbor*, **66** (2): 243～273

Turner B L, 1981. Tribe Thermopsideae in Polhill R M, and Raven, P H ed., Advances in Legume Systematics 〔M〕. England: Royal Botanical Gardens Kew. pt.1, 403～407

Vidal J E, 1979. Outline of ecology and vegetation of Indochinese Peninsula 〔M〕. In: Larsen K, and Holm－Nielsen, L B, ed., Tropical Botany, London. New York, San Francisco: Academic Press, 109～123

Vogel E F de, 1969. Monograph of the tribe Apostasieae (Orchidaceae) 〔J〕. *Blumea*, **17** (2): 313～350

Wen J, Shi S, Janasen R K *et al*, 1998. Phylogeny and biogeography of Aralia sect. Aralia (Araliaceae) 〔J〕. *Amer Journ Bot*, **85**: 866～875

Wen J, Stuessy T F, 1993. The phylogeny and biogeography of Nyssa (Cornaceae) 〔J〕. *Syst Bot*, **18** (1): 68～79

Wills J C, 1973. A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns 〔M〕. ed. 8, revised by H. K. Airy Shaw. England: Cambridge University Press

Wolfe J A, 1975. Some aspects of plant geography of the northern hemisphere during the Late Cretaceous and Tertiary 〔J〕. *Ann Missouri Bot Gard*, **62**: 264～279

Wu Z Y, 1983. On the significance of Pacific intercontinental discontinuity 〔J〕. *Ann Missouri Bot Gard*, **70** (4): 577～590

Wu Z Y, 1988. Hengduan mountain flora and her significance 〔J〕. *Journ Jap Bot*, **63** (9): 297～311

Wu Z Y, Wu S G, 1998. A proposal for a new floristic kingdom (realm) ——the E. Asiatic kingdom, its delineation and characteristics 〔M〕. in Zhang A L, and Wu S G eds., Floristic Characteristics and Diversity of East Asian Plants. Beijing: China Higher Education Press, Berlin Heidelberg: Springer－Verlag, 3～42

Xiang Q Y, Soltis D E, Soltis P S, 1998a. The Eastern Asian and Eastern and Western North American floristic disjunction: Congruent phylogenetic patterns in seven diverse genera 〔J〕. *Mol Phylogen Evol*, **10**: 178～190

Xiang Q Y, Crawford D J, Wolfe A D *et al*. 1998b. Origin and biogeography of Aesculus (Hippocastanaceae): A molecular phylogenetic perspective 〔J〕. *Evol*, **52**: 988～997